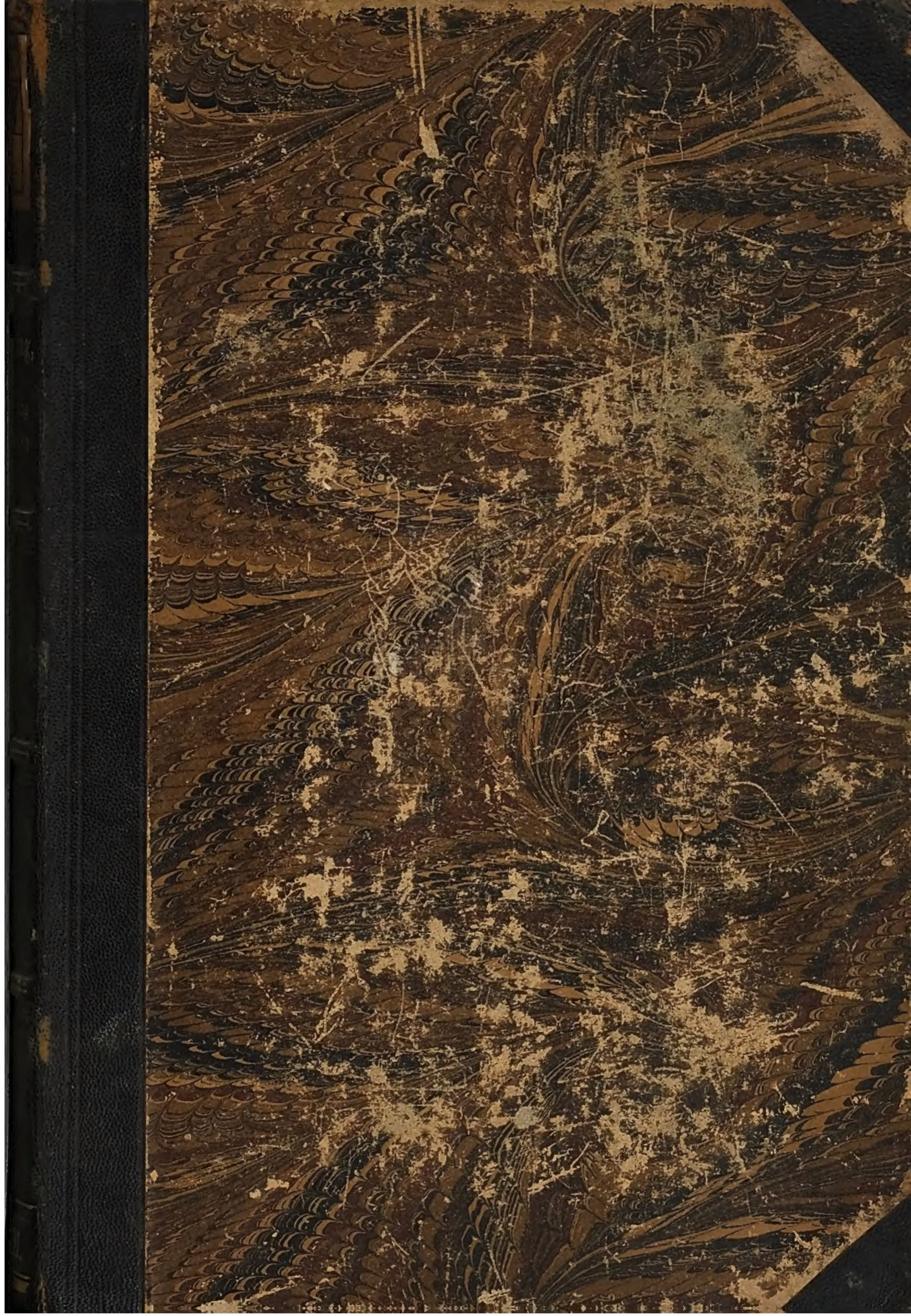


Beron.

828 b =

Heinzerling

Die

Conservirung des Holzes.

Herausgegeben

von

Dr. Ch. Heinzerling.

Mit vielen Holzschnitten und zwei Tafeln.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1885.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Einleitung	1
Wichtigkeit der Imprägnirung des Holzes	2
Verschiedene Ansichten über die Ursachen der Zersetzung des Holzes von Borkhausen, Reum etc.	4
Ansichten über Zersetzung des Holzes von Th. Hartig und Willkomm	8
Zersetzung des Holzes	10
Fäulniss	14
Ursachen der Fäulniss nach Mayer	14
Humificirung	16
Ursache der Humificirung	16
Verwesung	17
Gährung des Holzes	18
Ursache der Gährung	19
Ersticken des Holzes	19
Ursache des Erstickens des Holzes	19
Die Zersetzungserscheinungen des Holzes nach R. Hartig	20
Zersetzung des Nadelholzes	20
durch Polyporus mollis	21
„ Polyporus vaporarius	21
„ Trametes radiciperda	21
„ Polyporus borealis	22
„ Polyporus fulvus	22
„ Agaricus melleus	23
„ Trametes pini	24
Zersetzung des Eichenholzes	25
durch Polyporus dryadeus	27
„ Polyporus ignarius	27
„ Hydnum diversidens	28
„ Telephora perdix	29
„ Stereum hirsutum	30
„ Fistulina hepatica	30
„ Polyporus fomentarius	31
Zersetzung des Holzes durch den Hausschwamm	31
Veränderung des Holzes durch den Hausschwamm	36
Mittel zur Bekämpfung des Hausschwamms, Antimerulion, Mycothanaton etc.	38
Apparat zur Trockenlegung feuchter Gebäude	42
Zerstörung des Holzes durch Insecten	44
durch Käfer (grosse Holzfeinde)	45
(Heldbock, Zimmerbock, Fichtenbockkäfer etc. mit Abb.)	46
durch die kleinen Holzfeinde (Holzwespen, Werkholzkäfer, Anobium mit Abb., Hausbock etc.	48—50
Zersetzung im Meerwasser	52
Teredo navalis (Abb.), Bohrmuschel	53
Mittel zur Verhütung des Pfahlwurms	53
Einfluss der Fällungszeit auf die Dauer des Holzes	55
Dauer der verschiedenen Holzarten an der Luft	60
unter Wasser	60
in der Erde	61
Specielle Methoden der Holzconservirung	63
Conservirung des Holzes durch Austrocknen	63
Trocknen des Holzes unter Anwendung von künstlicher Wärme	63
Trockenapparat auf den preussischen Bahnen (mit Abb.)	64—66
Trockenapparat von Napier (mit Abb.)	65—68
Trockenapparat von Guippert	68
Trockenapparat von Fellner und Heinzerling (mit Abb.)	69—70

	Seite
Trockenanstalt der französischen Ostbahn für Schwellen (mit Abb.)	70—74
Zusammenstellung der mit diesen Trockenapparaten erzielten Betriebsresultate	75—76
Trocknen des Holzes mit Dampf von hoher Spannung	77
Conservirung des Holzes durch Ankohlen	78
Abschluss der Luft	81
Ueberziehen mit einer für Luft undurchdringlichen Schicht	81
Ueberziehen mit Lehm oder Metallplatten	84
Eintauchen in Fett etc.	84
Erzeugung von unlöslichen Niederschlägen	85
Imprägniren mit antiseptischen Substanzen	88
Imprägniren durch Bestreichen	88
„ „ Einlegen	89
„ „ Kochen	89
„ unter Druck	89
Imprägnirapparate nach Burnett (mit Abb.)	90
Beschreibung der pneumatischen Präpariranstalt in Braunschweig (mit einer Tafel)	93
Ausführung der Imprägnirung nach Buresch	98
Imprägniren unter Druck nach Behnisch	101
Einfluss des Dämpfens auf die Aufnahme von Imprägnirmaterial	104
Transportabler pneumatischer Imprägnirapparat (mit Abb.)	106
Das Boucherie'sche Verfahren	107
Beschreibung des Apparates zum Imprägniren nach Boucherie's Verfahren (mit Abb.)	110
Imprägnirung d. Telegraphenstangen nach Lafollie	113
Vortheile und Nachtheile des Boucherie'schen Verfahrens	114
Kosten der Imprägnirung nach Boucherie's Verfahren	116
Ott'sches Verfahren (mit Abb.)	117
Conservirung des Holzes durch Behandeln mit antisept. Dämpfen.	123
Blythe's Verfahren (mit Abb.)	124
Vortheile u. Nachtheile des Blythe'schen Verfahrens	128
Imprägniren mit Quecksilberchlorid	128
Apparat zum Imprägniren mit Quecksilberchlorid	130
Vorsichtsmassregeln beim Imprägniren mit Quecksilberchlorid	132
Kosten des Imprägnirens mit Quecksilberchlorid	134
Kosten des Imprägnirens nach anderen Verfahren	136
Kosten mit Zinkchlorid, Kupfervitriol und Creosot	135
Vortheile und Nachtheile des Imprägnirens mit Quecksilberchlorid	135
Imprägniren mit Kupfervitriol	137
Einfluss des kalkhaltigen Wassers auf das mit Kupfervitriol imprägnirte Holz	139
Margary's Verfahren des Einpressens von Kupfervitriol unter Druck	141
Imprägnirung mit Zinkchlorid und Zinksalzen	142
nach Burnett	143
„ Büttner & Möhring	143
Darstellung der Zinkchloridlösung	144
Specifisches Gewicht und Gehalt der Zinkchloridlösung	144
Preis und Herstellungskosten des Zinkchlorids	145
Ausführung der Imprägnirung mit Zinkchlorid	146
Einfluss der Holzgattung auf die Menge des aufgenommenen Zinkchlorids	147
Angaben über die Kosten der Imprägnirung mit Zinkchlorid	147
Ueber die Dauer der mit Zinkchlorid imprägnirten Schwellen	149
Tabelle über die Dauer der Fichten- und Buchenschwellen	150
nicht imprägnirten und imprägnirten Schwellen	151
nicht imprägnirten und imprägnirten Kiefernschwellen	152

	Seite
Tabelle über die Eisenbahnverwaltungen, welche die verschiedenen Imprägnirmethoden anwenden .	153
Imprägnirung mit Creosot und Zinkchlorid	154
Imprägn. mit anderen Zinksalzen	154
„ „ essigsaurem Zinkoxyd	154
Rössler's Verfahren mit essigsaurem Zinkoxyd	155
Heinzerling's Verfahren mit schwefligsaurem Zinkoxyd	156
Imprägnirung mit	
Eisensalzen	157
holzessigsaurem Eisen	157
Eisenvitriol	158
Eisenchlorid	159
Manganvitriol	159
Alaun oder schwefelgsaurer Thonerde	160
Kalk und Kalksalzen	160
Bariumsalzen	160
Kochsalz und Alkalisalzen . .	161
Borax nach Beer	162
Wasserglas	164
saurem chromsaurem Kali nach Heinzerling	165
Arsenverbindungen	165
Bleisalzen	166
Versteinerung des Holzes . . .	166
Fossiles Holz	166
Ursachen der Versteinerung . .	167
Künstliche Versteinerung des Holzes	168
Payne's Verfahren	168
Versuche von A. Müller über Wirksamkeit der Imprägnirmittel . .	170
Frank'sches Imprägnirverfahren .	171
Plastischmachen des Holzes . .	171
Behandlung mit ozonisirtem Sauerstoff nach René	175
Beschreibung des René'schen Apparates (mit Abb.)	174
Verwendung der theerartigen Producte zum Imprägniren des Holzes	176
Unterscheidung der verschiedenen Theeröle	177
Der Holztheer	177
Der Torftheer	178
Der Braunkohlentheer	178
Der Steinkohlentheer	179
Das Creosot	180
Steinkohlencreosot	181
Phenol, Cresol	182
Das Bethell'sche Imprägnirverfahren	184
Tabelle über die Aufnahme von Creosotöl durch Holz	185
Ueber Verwendung von dick- und dünnflüssigem Theeröl . . .	186
Untersuchung der Theeröle auf ihren Creosotgehalt	187
Preise der Theeröle	188
Kosten der Imprägnirung nach dem Bethell'schen Verfahren . . .	189
Vortheile u. Nachtheile des Bethell'schen Verfahrens	190
Imprägniren des Holzes mit Theeröl unter Niederdruck	191
Imprägnirung des Holzes durch Behandlung mit Theerdämpfen	192
Heinzerling's Verfahren der Conservirung des Holzes m. Lösungen von Paraffin, Harzen, schweren Theerölen in Benzin oder anderen flüchtigen Kohlenwasserstoffen (mit Abb.)	192
Conservirung des Holzes durch Entfernung des Zellsaftes . . .	195
Auslaugen oder Flössen des Holzes	196
Einfluss des Flössens auf die Qualität des Holzes	196
Dämpfen des Holzes	198
Verdrängen des Saftes durch hydrostatischen Druck	200
Auspressen des Saftes durch Comprimiren des Holzes	200
Chronologisch geordnete Tabelle über die seit Anfang des vorigen Jahrhunderts bis 1876 in Vorschlag gebrachten Methoden der Holzconservirung . . .	201—210
Ueber den Werth und die Erfolge der verschiedenen Imprägnirmethoden	211
Dauer der imprägnirten Schwellen im Vergleich zu den nicht imprägnirten	212

	Seite
Pecuniäre Vortheile des Imprägnirens der Eisenbahnschwellen	213
Kostenberechnung nach Funk . .	213
Jährliche Ersparniss durch Verwendung imprägnirter Schwellen im Deutsch-Oesterreichischen Eisenbahn-Verband	214
Vortheile imprägnirter Buchenschwellen nach Claus	214
Ueber die zweckmässigste Holzgattung für das Imprägniren .	215
Ueber die Art und Weise der Conservirung der Eisenbahnschwellen	215
Tabelle über die von 1865—1877 auf verschiedenen Eisenbahnen angewendeten Imprägnirmethoden	216
Vortheile und Nachtheile der Imprägnirung mit Zinkchlorid . .	216
Creosot	216
Quecksilberchlorid	216
Kupfervitriol	217
Referat über die von verschiedenen Verwaltungen d. Deutsch-Oesterreichischen Eisenb.-Verbandes gesammelten Erfahrungen bezügl. des Imprägnirens der Schw.	217—230
Tabelle über die Zahl der ausgewechselten, mit Creosot imprägn. Schw. (Köln-Mind. B.	223
Verschiedene Tabellen über die Auswechselung der Schwellen auf den verschied. Bahnstrecken .	225—230
Tabellen über die bei den verschied. Eisenbahnverwaltungen früher und jetzt angewendeten Imprägnirmethoden . .	231—233
Ueber die zweckmässigste Conservirung der Bauhölzer	233
der Bauhölzer für Wasserbauten	233
„ Weinbergspfähle, Hopfenstangen	233
„ Gartenmöbel etc.	234
des Holzes für Holzschnitzereien	234
Flammensicher- (Unverbrennlich-) machen des Holzes durch Ueberziehen mit verschiedenen Salzen	234
durch Imprägniren	235
Fuchs'sches Verfahren mittelst Wasserglas	235
Verfahren von Patera	237
„ „ Perez de la Sala .	237
„ „ Weatherby . . .	238
Register	240

Graphische Darstellung der Dauer der imprägnirten und nichtimprägnirten Eisenbahnschwellen nach Funk: Tafel II.

Druckfehler-Verzeichniss.

Statt Meyer muss es Mayer heissen an folgenden Stellen: S. 55, Z. 10 v. u. — S. 56, Z. 5 v. u. — S. 61, Fussnote. — S. 64, Z. 13 v. o. — S. 129, Fussnote. — S. 130, Z. 2 v. u. — S. 131, Z. 5 v. o.

Seite 2, Zeile 9 v. o. lies: Homberg statt Homburg.
„ 2, „ 15 und 16 v. o. lies: 1740 statt 1840.
„ 2, „ 16 v. o. lies: Fagot statt Tagot.
„ 4, Fussnote, Zeile 4 v. u. lies: „die Entwickelung der Pilze“ statt: den Fäulnissprocess.
„ 9, Zeile 9 v. o. lies: Schwärmersporen statt Schwärenporen.
„ 23, „ 12 v. o. streiche: mit andern Pilzen.
„ 60, „ 13 v. o. Ueberschrift: „Specielle Methoden der Holzconservirung“ ist zu streichen.
„ 62, „ 14 v. u. lies: Imprägnirung statt Trocknung.
„ 64, Fussnote [3] lies: polyt. Journ. statt polit. Centralbl.
„ 134, Zeile 14 v. o. lies: MgO statt MO.
„ 169, „ 6 v. u. lies: Palmitinsäure statt Palmutinsäure.
„ 207, „ 7 v. o. lies: Payne statt Payn.

Das Holz unterliegt, wie alle anderen organischen Körper, den verschiedenen Bedingungen entsprechend, unter denen es aufbewahrt wird, verschiedenen Veränderungen. Diese Veränderungen sind theils chemischer, theils physikalischer Natur. Bei einigen Veränderungen wird nur die Festigkeit des Holzes vermindert, bei anderen Veränderungen treten neben der Verminderung der Festigkeit gleichzeitig tiefgreifende chemische Veränderungen der Holzsubstanzen ein. Die verschiedenen Zersetzungsprocesse, die das Holz erleidet, wurden seither nach den dabei auftretenden verschiedenen Erscheinungen bezeichnet. Man redet von einem

Ersticken des Holzes.
Gährung des Holzes,
Fäulniss des Holzes,
Humificirung des Holzes,
Vermoderung des Holzes,
Verschimmeln und Schwammbildung durch Zerstörung des Holzes durch Thiere, Insecten etc.

Wir beschreiben später näher die Ursache der einzelnen Zersetzungs-Processe.

Bei der Conservirung des Holzes soll durch geeignete Behandlung die vollständige Erhaltung desselben in seiner natürlichen Beschaffenheit erreicht werden.[1]

Welche Wichtigkeit der Conservirung des Holzes beigelegt werden muss, bedarf keiner Auseinandersetzung, wenn man bedenkt, welcher bedeutende Schaden oft durch die Fäulniss des Holzes verursacht wird. Oft wird in kurzer Zeit durch die Fäulniss das Holz eines ganzen Hauses oder Schiffes so zerstört, dass dieselben vollständig baufällig werden.

So erzählt Duchartre[2], dass zu Ende des verflossenen resp. im Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts das Kriegsschiff „Le Foudroyant“, welches mit 80 Geschützen armirt war, und in England

---

[1] Bei dem Ausgraben der Pfahlbauten hat man gefunden, dass die eingerammten Pfähle, entweder um sie zuzuspitzen oder haltbar zu machen, durch Feuer angekohlt waren.

[2] Zeitschrift für Bauwesen. 1883, S. 223.

die Fregatte „Reine-Charlotte“ durch den Hausschwamm oder Dryrot völlig unbrauchbar gemacht worden seien. In beiden Fällen habe es nur des Zeitraumes von kaum zwei bis drei Jahren bedurft, um Colosse, wie diese, gänzlich zu zerstören. Ebenso wie Schiffe werden auch Holzbauten auf dem Lande in einzelnen Jahren so zerstört, dass das Haus einzustürzen droht.

Die uns bekannt gewordenen ersten Mittheilungen über Conservirung des Holzes stammen aus den ersten Jahren des 18. Jahrhunderts, und zwar war es Homburg, der 1705 zur Conservirung des Holzes das Eintauchen desselben in eine wässerige Lösung von Quecksilberchlorid empfahl. Im Laufe des 18. Jahrhunderts wurden namentlich in England verschiedene Patente über Mittel zur Holzconservirung genommen und in anderen Ländern Vorschläge hierüber gemacht. Jacob Baster empfahl 1730 das Eintauchen des Schiffbauholzes in Quecksilber- und Arsenpräparate, Reed 1840 das Eintauchen in Holzessig und Tagot 1840 zu gleichem Zwecke Alaun und Eisenvitriol. Hales (1746) verwendete Holzessig und Theeröl, die er dadurch leichter zum Eindringen bringen wollte, dass er Löcher in das Holz bohrte. Jackson (1767) legte das mit kleinen Löchern versehene zu conservirende Holz in Lösungen von Seesalz, Kalk, Zinkvitriol, Alaun, Bittersalz und Asche in Seewasser. Noch andere zahlreiche Mittel wurden zur Conservirung des Holzes im 18. Jahrhundert vorgeschlagen, wie z. B. pulverisirter und angefeuchteter Arsenkies, Alaun, Seesalz, Eisenvitriollösung und Galläpfel etc., — Eisenvitriol, Eisenoxyd, Theer, — Seesalz oder Eisenvitriollösung, — Eisenvitriollösung, gebrannter Kalk, Seesalzlösung, Kohle, eisenhaltiger Torf, — Harzige Dämpfe des Teakholzes oder anderer harziger Stoffe, — Salpetersaures Eisenoxyd, Eisenvitriol etc., — Seesalz, — Kolophonium, Walfischthran, Schwefel und Ocker etc.

Eine besondere Wichtigkeit erlangten die Conservirungsmethoden des Holzes, als man grosse Massen Holz für den Eisenbahnunterbau als Schwellen und für Telegraphenstangen verwendete. Die als Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen verwendeten Hölzer sind allen Unbilden der Witterung ausgesetzt und unterliegen daher in nicht conservirtem Zustande einer raschen Fäulniss oder Vermoderung. Nicht allein die Geldersparniss, welche sich ergab, wenn man zu Eisenbahnbauten conservirte Hölzer anwendete, weil letztere länger halten, sondern auch die geringeren Störungen, welche vorkommen, da die conservirten Schwellen nicht so rasch ersetzt zu werden brauchten, veranlassten die Eisenbahn- und Telegraphen-Verwaltungen, gut conservirtes Holz zu verwenden.

In England wurden zu Anfang der 1840er Jahre zahlreiche Conservirungsmethoden in Vorschlag gebracht und einer Prüfung unterworfen. Nach Einführung der Eisenbahnen in Deutschland und Frankreich wurden auch in diesen Ländern verschiedene Holzconservirungs-Methoden angewendet. Welchen Aufschwung die Conservirung des Holzes in Deutschland genommen hat, geht aus einem Berichte vom Ingenieur Moser[1] hervor, den wir hier im Auszug mittheilen.

In Deutschland und Oesterreich sind im Ganzen 32 Imprägnir-anstalten in Thätigkeit; davon fallen auf Deutschland bei einer Bahnlänge von 28900 Km. mit ca. 44000 Km. Geleislänge 28, so dass auf ca. 1000 Km. Bahnlänge und 1570 Km. Geleislänge je eine Anstalt kommt. In Oesterreich beträgt die Länge der Bahnen ca. 18600 Km., diejenige der Geleise 24000 Km. Bis jetzt existiren daselbst nur vier Imprägniranstalten, so dass auf 4600 Km. Bahn oder 6000 Km. Geleise nur je eine solche zu verzeichnen ist. In der Schweiz, welche jetzt mindestens 3000 Km. Geleise in Betrieb hat, arbeitet erst seit 1875 eine einzige Anstalt, die der schweizerischen Nordostbahn angehört. Zu bemerken ist, dass in Deutschland von 72 Eisenbahngesellschaften

19 nicht imprägnirte Schwellen verwenden,
19 mit Chlorzink imprägniren,
16 „ Theeröl,
7 „ Chlorzink und Theeröl,
7 „ Quecksilbersublimat und
4 „ Kupfervitriol.

42 Bahngesellschaften benutzen für Hochdruck eingerichtete Anstalten mit eisernen Füllungskesseln unter Verwendung sowohl von Chlorzink wie von Theerölen.

In Oesterreich-Ungarn verwenden von 49 Gesellschaften nur 6, und selbst diese nur theilweise, imprägnirte Schwellen und scheint bei den zum Theil sehr niedrigen Holzpreisen daselbst das Bedürfniss zum Conserviren der Schwellen noch kein sehr lebhaftes geworden zu sein, immerhin verwenden namentlich die Ferdinands-Nordbahn und die Westbahn schon seit vielen Jahren mit sehr gutem Erfolge Chlorzink und Theeröle zur Conservirung der Schwellen.

Nach den von verschiedenen Bahngesellschaften erhaltenen statistischen Angaben über das Verhalten und die Auswechselung der

---

[1] Moser, Deutsche Industrie-Zeitung 1876, S. 246. Wagner's Jahresber. von 1877, S. 1018.

Schwellen in den Geleisen, sowie in der Absicht, für nicht imprägnirte Schwellen eher zu günstige, für imprägnirte eher zu kleine Annahmen zu machen, nimmt Moser die mittlere Dauer der Schwellen wie folgt an:

	Nicht imprägnirt Jahre	Mit Chlorzink imprägnirt Jahre
Eichen	13	22
Tannen	4	10
Föhren	5	12
Buchen	3	13
Lärchen	5	15

Bei vergleichender Berechnung der Kosten sind neben dem Ankaufspreis, den Kosten der Imprägnirung (die zu 0.70 Frcs. pro Schwelle gesetzt wurden) und Verzinsung noch die für Einschneiden, Aufladen event. Rückfracht von der Imprägniranstalt und endlich für Transport auf die Verwendungsstelle sammt Einlagen und Auswechseln nach Abzug des Werthes der ausgewechselten Schwelle zu berücksichtigen, welche Moser als constanten Zuschlag bezeichnet.

Bis in die Mitte dieses Jahrhunderts war man über die Ursachen der Fäulniss des Holzes noch vollständig im Unklaren.

Einige betrachteten den Sauerstoff der Luft und die Feuchtigkeit als die einzigen Ursachen[1] des Fäulnissprocesses, Andere suchten die

---

[1] Als Ursache der Zersetzung der organischen Körper wurden von der einen Seite chemische unorganisirte Fermente angenommen, die durch Contactwirkung* die Zersetzung veranlassen sollen, während man auf der andern Seite die bei allen Fäulnissprocessen auftretenden niederen Organismen (Pilze) als Ursache des Fäulnissprocesses betrachtete. Die Anhänger der sog. Contacttheorie gaben zwar zu, dass häufig oder constant niedere Organismen bei der Fäulnisserscheinung auftreten, leugneten aber, dass letztere die Ursachen des Fäulnissprocesses seien. Sie nahmen an, dass durch die chemischen Fermente der Fäulnissprocess eingeleitet und der Boden für Entwickelung der niederen Organismen vorbereitet werde. Die niederen Organismen sollten nur als secundäre Erscheinungen des Fäulnissprocesses fungiren. Entgegen dieser Contacttheorie hat in neuerer Zeit die vitalistische Theorie, welch letztere den Fäulnissprocess auf Spaltpilze und andere saprophitische Pilze zurückführt, die Oberhand gewonnen. Von verschiedenen Forschern ist durch zahlreiche Versuche festgestellt worden, dass die Fäulniss organischer Körper nur allein verursacht wird, wenn die geeigneten Bedingungen für den Fäulnissprocess gegeben sind. Werden diese Pilze auf irgend eine Art und Weise von den organischen Körpern zurückgehalten oder getödtet, so tritt selbst unter den günstigsten Bedingungen keine Fäulniss ein.

---

* Unter Contactwirkung, auch katalytische Zersetzung genannt, versteht man solche, wo ein Körper eine Zersetzung bewirkt, ohne dass man an ihm selbst eine Veränderung wahrnehmen kann.

Ursachen des Fäulnissprocesses in dem Holze selbst. So suchte Borkhausen[1] Anfang dieses Jahrhunderts die Kernfäule dadurch zu erklären, dass er annahm, dass man es bei dieser Erscheinung mit der Altersschwäche der Organismen (marasmus senilis), bei welcher eine trockene Verwesung und Auflösung der inneren Holzrinde stattfindet, zu thun habe. Während das äussere Ansehen des Stammes dabei noch keine Veränderung erleide, höre im Mittelpunkte desselben das Leben auf, demzufolge der Baum absterben müsse, um einem Naturgesetze zu folgen, nach welchem alles zu Staub wird, was aus Staub hervorgekommen. Der Fäulnissprocess erscheint Borkhausen nicht durch äussere Ursachen bewirkt, sondern als das Endglied des Entwickelungsprocesses. Borkhausen nahm ferner an, dass, wenn das Holz auf einem feuchten oder gar sumpfigen Boden wachse, es eine geringere Dauer habe und rascher der Fäulniss unterliege, als wenn es auf trockenem Boden wachse. So soll die Fichte, die auf nassem Boden steht, schneller wachsen und dabei auch eine röthliche Färbung annehmen, aber auch rascher der Kernfäule unterliegen, als die auf trockenem Boden gewachsene.

Reum[2] geht schon einen Schritt weiter und führt die Entstehung des Fäulnissprocesses auf die Störungen des normalen Wachsthumprocesses zurück. Er sagt, dass, wenn aus irgend welchen Ursachen das Kernholz oder auch nur einige Jahresringe zu rasch wüchsen oder nicht gehörig ausgebildet würden, solches Holz abzusterben und zu faulen beginne. Diese Fäulniss greife nach und nach mehr um sich und der Stamm zeige die Rothfäule. Wenn aber der Stamm verletzt werde und die verletzte Stelle offen bleibe, so erkranke das blossgelegte Holz an der Weissfäule, welche sich sodann auf- und abwärts über das gesunde Gewebe des Baumes ausbreite. Bechstein[3] führt die verschiedenen Arten der Fäulniss auf eine in den Säften des Baumes auftretende Gährungserscheinung oder faulige Zersetzung zurück. Der Gährungs- oder faulige Zersetzungsprocess soll zuerst eine Entzündung bewirken, welche den Tod der inneren und dann der äusseren Jahresringe herbeiführt. Bei äusserer Beschädigung der Wurzel oder des Stammes (sei es zufolge fetter oder magerer

---

[1] Theoretisch-praktisches Handbuch der Forstbotanik und Forsttechnologie. 1880. S. 288. (Willkomm, Die mikroskopischen Feinde des Waldes. 1866. S. 32.) Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 223.

[2] Reum, Forstbotanik. 1814. S. 112. D. Bauzeitung.

[3] Bechstein, Forstbotanik oder Naturgeschichte der deutschen Holzarten. 1821. S. 87. 90. D. B.-Z.

Beschaffenheit) soll eine Auflösung des Kohlenstoffes[1] eintreten. Bechstein unterscheidet drei Arten von Fäulniss, Kernfäule, Rothfäule und Weissfäule. Verliert die Holzmasse an Gewicht, wird morsch und erhält weisse Färbung, so wird die Fäulniss die Weissfäule genannt. Beginnt dagegen der Zersetzungsprocess in der Mitte und arbeitet sich nach aussen, so bezeichnet er die Krankheit mit den Namen Kernfäule. Die Rothfäule unterscheidet sich von den anderen Fäulnissarten dadurch, dass das Holz eine rothe Färbung besitzt. Auch diese Krankheit soll sich wie die Kernfäule im Innern des Holzes entwickeln und sich dann nach Aussen verbreiten. Als Ursache der Rothfäule führt Bechstein namentlich die Bodenbeschaffenheit an. Die auf kalkreichem Boden aufwachsenden Tannen sollen zwar nach 40 Jahren die gleiche Grösse und Dicke erreichen, als die auf gewöhnlichem Boden aufwachsenden erst nach 80 Jahren erreichen, aber beim Umhauen der ersteren soll man finden, dass der Kern faul ist und eine rothe Färbung besitzt.

Georg Hartig[2] hebt zum ersten Male hervor, dass bei dem Fäulnissprocess leicht Pilze auftreten. An alten, aber noch gesunden Bäumen machen sich kleine Faulflecke bemerklich, auf welchen Schwämme wachsen. Mit der Entwickelung der Schwämme greift die Fäulniss um sich, bis sie den ganzen Stamm inficirt. G. Hartig betrachtet also die Pilze nicht als Ursachen, sondern als Folge des Fäulnissvorganges. Erst durch die Fäulniss muss der Boden hergestellt werden, damit sich der Pilz entwickeln kann.

Bei Weitem kühner spricht sich Theodor Hartig aus. Bei der Behandlung der verschiedenen Fäulnissformen, deren Auftreten er auf verschiedene Weise zu erklären sucht, gelangt er zum Schlusse, dass unter gewissen Bedingungen die Holzfaser unmittelbar in Pilzfaser übergehe. Er nennt diesen neugebildeten Organismus Nyctomyces (Nachtfaser), weil derselbe sich stets tief im Innern des Holzstammes entwickele, beständig im Dunkeln verbleibe, sich nicht nach Aussen hervorwage und ihm vollständig das Sonnenlicht entbehrlich sei. Dieses Pilzgebilde könne ferner aus einzelnen, nach allen Richtungen sich ausbreitenden Fasern verworren und verwoben ein festes und elastisches Gewebe bilden, das den sog. verborgenen Schwamm (Knips) liefert und als Zündmaterial gebraucht wird. Dieser Pilz nähere sich dem Xylostroma am meisten. Er giebt sogar die Art und Weise an, auf

---

[1] Was Bechstein sich unter Auflösung des Kohlenstoffes denkt, ist uns unbegreiflich, jedenfalls meint er damit Kohlenstoffverbindungen.

[2] Lehrbuch für Förster. 1827. S. 2. 3.

welche diese Verwandlung von Holzfaser in eine Pilzfaser vor sich gehen müsse. Die Membranen der Holzfaserzellen zerfallen nnd bilden kleine Bläschen oder Monaden (?), welche sich an einander reihen, mit einander verwachsen und so die Pilzfaser bilden. Ausserdem suchte Th. Hartig nachzuweisen, dass auch die Zellenmembranen bei ihrer Entwickelung durch Aneinanderreihen solcher Monaden entstanden seien. Diese Ansicht über die Entstehung der Pilze durch eine generatio spontanea wurde auch von Hartig bald wieder aufgegeben. Zwei Jahre später (1835[1]) suchte er das Auftreten der Pilzfasern richtiger dahin zu erklären, dass sie nicht mehr aus den Holzfasern, sondern aus dem in dem Holze vorkommenden Stärkemehl sich entwickeln sollten, aber auch diese Ansicht gab er schon im nächsten Jahre wieder auf und erklärte die Roth- und Weissfäule durch Entwickelung von Pilzfasern hervorgerufen.

Die Weissfäule soll durch die massenhafte Entwickelung eines Pilzes Nyctomyces candidus, die Rothfäule durch Nyctomyces fuscus hervorgerufen werden. Beide Krankheitsformen sollten nach Hartig durch zwei verschiedene Arten einer und derselben Pilzgattung entstehen, aber keine dieser Krankheitsformen soll in die anderen übergehen können. Lange Zeit fand die Ansicht Hartig's unter den Pflanzenphysiologen und Forstmännern nicht die nöthige Beachtung. Immer war noch bei den Forstbotanikern das Bestreben vorhanden, die Fäulnisserscheinungen auf rein chemische Ursachen zurückzuführen, welche in der Zellenhaut der Holzfaser in Folge verschiedenartiger ungünstiger Lebensbedingungen der Pflanzen vor sich gehen sollen. Ob Pilze beim Fäulnissprocess irgendwie betheiligt seien, liess man vollständig unerörtert oder betrachtete das Auftreten derselben als eine zufällige Erscheinung. So erklärte Kützing[2], dass die Weissfäule durch übergrosse Feuchtigkeit in den Baumstämmen hervorgerufen würde. Die abnorme Vermehrung der Feuchtigkeit in den Stämmen sollte entweder durch Eindringen von Feuchtigkeit an beschädigten Stellen oder aus dem feuchten Boden, auf dem die Bäume wachsen, eingedrungen sein. Der übermässige Feuchtigkeitsgrad soll die Verwandlung der Zellhaut in Bassorin veranlassen und durch diese Verwandlung schliesslich der Zerfall des ganzen Gewebes herbeigeführt werden.

---

[1] Th. Hartig, Ueber Stärkemehl und andere Pflanzenbestandtheile (Erdmann's Journal für praktische Chemie. 1835. V, B).

[2] Physiologische Botanik. 1851. S. 207. Zeitschr. für Bauwesen. H. 4—6, S. 225 v. 1883.

Plazay[1] gab an, dass die Ursache der Rothfäule im Eisengehalt des Bodens oder im Sauerstoff der im Boden befindlichen Eisenoxyde, Eisenoxydule oder anderer Stoffe zu suchen sei.

Göring[2] hält die Stockfäule für nichts anderes als eine chemische Auflösung oder langsame Zersetzung der Holzfasern, verursacht durch die verschiedenartige Beschaffenheit des Bodens.

Es liegt ausserhalb des Rahmens unserer Aufgabe, alle Ansichten über die Ursache der Fäulniss hier aufzuführen, wir wollen nur noch einige hervorheben, die entweder wegen ihrer Originalität interessant erscheinen oder von Autoritäten auf diesem Gebiet ausgesprochen werden sollen. So bemüht sich Pfeil[3] nachzuweisen, dass das Entstehen der Kernfäule neben den Einflüssen des Bodens und Klimas und anderer äusserer Bedingungen von dem Absterben der Pfahlwurzel abhängig sei.

Nördlinger[4], eine Autorität auf diesem Gebiete, führt die Rothfäule, wie Borkhausen auf die Altersschwäche des Pflanzenorganismus zurück.

Häussler[5], Geyer[6], Gebauer[7] führten die Entstehung der Fäulniss zum Theil auf die untere Bodenbeschaffenheit, theils auf übermässige Feuchtigkeit und die Einwirkung der chemischen Zusammensetzung der Zellhäute zurück. Bis 1866 waren diejenigen Theorien, welche als Ursache der Fäulniss die chemische Veränderung ohne die Mitwirkung von parasitischen oder saprophitischen Pilzen annahmen, von den Fachmännern auf diesem Gebiet nur als berechtigt anerkannt. Im Jahre 1866 erschien eine Arbeit von M. Willkomm[8], welche die Entstehung der Fäulniss auf die

---

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. 1853. Aprilheft S. 160. Zeitschr. für Bauwesen. 1883. S. 226.

[2] Kritische Blätter. Bd. 42, Heft 1. (1859.) Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 227.

[3] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. 1853. Aprilheft S. 160. Bauwesen. 1883. S. 226.

[4] Die technischen Eigenschaften der Hölzer. 1860. S. 494. Zeitschr. für Bauwesen. 1883. S. 227.

[5] Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen. Herausgegeben von Dengler. 1863. „Zur Naturgeschichte der Fichte, insbesondere mit Bezug auf die Rothfäule derselben.

[6] Handbuch der Forstbenutzung. 1863. S. 108.

[7] 24. Versammlung Deutscher Land- und Forstwirthe zu Königsberg. 1863 (Ber. 1864. S. 586). Zeitschr. f. Bauwesen. 1883. S. 227.

[8] Die mikroskopischen Feinde des Waldes etc. S. 95. Zeitschr. für Bauwesen. S. 228.

Wucherung von Pilzen in dem Holz zurückführte und die früher von Th. Hartig aufgestellte Theorie von Neuem in die Wissenschaft einführte.

Die Resultate, zu denen Willkomm bei seinen Untersuchungen gelangte, sind folgende:

1. Die Zerstörung oder Zersetzung des rothfaul werdenden Holzes wird durch das Mycelium eines parasitischen Fadenpilzes, des Xenodochus ligniperda Willk., eingeleitet. Aus dessen Schwärenporen kann das Mycelium eines höher organisirten Fadenpilzes, des Rhychomyces violaceus Willk., hervorgehen.

2. Die braune Nachtfaser (Nyctomyces fuscus Hart.) ist (sehr wahrscheinlich) mit dem Mycelium des Xenodochus, die weisse (N. candidus Hart.) mit demjenigen des Rhynchomyces identisch (D. B.-Ztg. H. IV—VI. 1883. R. 227).

3. Die Rothfäule beginnt stets in den Markstrahlen und zwar meist der mittleren Jahresringe und setzt sich durch die Markstrahlen zunächst in radialer Richtung nach Innen und Aussen hin fort. Die Markstrahlen werden eher zerstört als das eigentliche Holzgewebe.

4. In jedem von der Rothfäule ergriffenen Jahrringe wird das weichere Frühlingsholz zuerst und rascher zerstört, als das festere Sommer- und Herbstholz.[1]

5. Ist die Fäulniss des Holzes durch den parasitischen Pilz einmal eingeleitet, so kann sie sich auch ohne weitere Mitwirkung des Pilzes weiter verbreiten.[2]

6. Die Pilzfäden (Xenodochus ligniperda, Rhynchomyces) können nie spontan aus der Holzsubstanz entstehen, sondern müssen auf irgend eine Weise von Aussen in den Stamm, Stock oder Wurzel des lebenden und gesunden Baumes eingedrungen sein.[3]

Von den Mykologen ist die Arbeit Willkomm's später streng kritisirt worden und an manchen Punkten, namentlich die Darstellung über die Fortpflanzung der Pilze und das Uebergehen der einen Form in die andere, als unrichtig erkannt worden.

Doch gebührt Willkomm das Verdienst, dass er von Neuem die Fäulnissursachen des Holzes richtig erkannt hat.

In neuerer Zeit ist namentlich durch die Arbeit R. Hartig's die Theorie, dass Pilze die Fäulnissursachen des Holzes seien, gefördert

---

[1] M. Willkomm, Die mikroskopischen Feinde des Waldes etc. S. 95. Deutsche Bauzeitung. 1883. S. 228.

[2] M. Willkomm, l. c. S. 96. Deutsche Bauz. 1883. S. 228.

[3] M. Willkomm, l. c. S. 92 Deutsche Bauz. 1883. S. 228.

worden. In einer klassischen Arbeit, die mit zahlreichen Abbildungen versehen und 1878 erschienen ist, „Die Zersetzungserscheinungen des Holzes. 1878“, beweist Hartig, dass die Entstehung der Weiss-, Roth- und Kernfäule bei verschiedenen Hölzern auf das Leben und Entwickelung der verschiedenen Pilzarten zurückgeführt würde.

Wir kommen auf die Arbeit von Hartig später bei der Beschreibung der einzelnen Pilzarten zurück, erwähnen hier nur noch, dass Hartig entgegen den Angaben von Willkomm annimmt, dass die Entstehung der Rothfäule nicht durch parasitische, sondern durch saprophitische Pilze hervorgerufen würde.

Zersetzung des Holzes.

1. Fäulniss des Holzes. Unter Fäulniss versteht man alle Veränderungen, welche die abgestorbenen oder dem Haushalte der lebenden Natur entzogenen organischen Körper bis zur vollständigen Zurückführung in die anorganischen Verbindungen erfahren. Die Veränderungen, die die Körper durch Fäulniss erleiden, sind theils chemischer, theils physikalischer Natur. Die chemischen Veränderungen lassen sich dadurch charakterisiren, dass aus höher zusammengesetzten (tertiären und quartären) Verbindungen immer einfache oder primär zusammengesetzte Körper erzeugt werden. Nach dem Auftreten der bei Fäulniss entstehenden Producte unterscheidet Hiller[1] zwei Arten von Fäulniss: 1) die Fäulniss thierischer Stoffe oder die Fäulniss im engeren Sinne, 2) die Fäulniss der vegetabilischen Stoffe oder Vermoderung. Bei der thierischen Fäulniss wird gewöhnlich der Cadaver oder die thierische Substanz in eine trübe, missfarbige Flüssigkeit von alkalischer Reaction übergeführt, gleichzeitig treten übelriechende Gase, wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff etc., auf. Bei der Fäulniss vegetabilischer Stoffe treten selten übelriechende Gase auf, dagegen verwandelt sich die Substanz im Laufe der Zeit in einen Haufen kleinster erdartiger Trümmer von gelber, brauner oder schwarzer Farbe. Die Fäulniss der vegetabilischen Stoffe wird selbst wieder in zwei Arten eingetheilt, 1) in die nasse Fäulniss, 2) in die trockene Fäulniss oder Vermoderung.

Anlehnend an das classische Werk des Prof. Dr. Hartig[2] geben wir hier, nachdem vorher die verschiedenen früheren Ansichten über die Ursachen der Fäulniss des Holzes kurz erwähnt sind, eine Beschreibung der Zersetzungserscheinungen des Holzes.

---

[1] Hiller, Die Lehre von der Fäulniss. Berlin. 1879.

[2] Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelbäume und der Eiche. Berlin, Verlag von Julius Springer. 1878.

In der forstlichen Praxis werden in der Regel alle Zersetzungserscheinungen des Holzes mit dem Namen Fäulniss bezeichnet. Je nach der Färbung der bei der Fäulniss auftretenden Producte oder nach dem Orte, wo die Fäulniss zuerst auftritt, unterscheidet man folgende Arten von Fäulniss: Rothfäule, Weissfäule, Grünfäule, Blaufäule, Rebhuhn (Rehbund), gelb- und weisspfeifiges Holz, auch Fliegenast, oder Federast, Wurzelfäule, Stockfäule, Astfäule, Kernfäule (auch Stammfäule), Splintfäule, Mondringe, Ring- oder Kernschäle.

Die Bezeichnung Rothfäule wird für alle Zersetzungserscheinungen des Holzes, der Laub- und Nadelhölzer angewandt, wobei das Holz eine braunrothe, gelbe oder schwarzbraune Farbe annimmt. Als Weissfäule bezeichnet man alle Zersetzungsprocesse des Holzes, bei welchen das zersetzte Holz eine hellere, gelbliche oder weissere Färbung annimmt.

Bei der Grünfäule nehmen die Zellwandungen des Holzes, sowie in den Zellen vorkommende Myceliumfäden eine intensiv grüne Färbung an. Bei der Grünfäule fand Caspary[1] in dem Holz das Mycelium Pezzia aeruginosa.

Die Blaufäule, welche in einigen Gegenden von Russland vorkommt, wird nach K. F. Baumgarten durch sehr feine cylindrische Kanälchen bedingt, welche das Holz sowohl radial als auch der Länge der Faser nach durchziehen. Der Holzstoff wird dabei in eine schwarze modrige Masse verwandelt, welche dem Holze jenes graue Ansehen verleiht, das man mit dem Namen Blaufäule bezeichnet. Ursache dieser Zersetzungserscheinung scheint nach Sorokin[2] die Anwesenheit der Pilzformen von Colletosporium und Torula, sowie steriler braungefärbter Myceliumfäden zu sein.

Mit Rebhuhn, Raphuhn oder Rehbund bezeichnet man den Zersetzungszustand des Holzes, bei welchem der Letztere auf rehbraunem Grunde weiche Flecken erkennen lässt, die bei weiterer Zersetzung zu immer grösser werdenden Löchern werden. Den Namen Rebhuhn hat diese Zersetzungserscheinung wegen der Aehnlichkeit der Färbung des Holzes mit dem Rebhuhngefieder.

Mit gelb- und weisspfeifigem Eichenholz bezeichnet man solches Holz, welches in der Spaltfläche braun, weiss gestreift und gebändert erscheint. Im Querschnitte erkennt man dunkle und weisse Flecke, die zu dem Namen Fliegenast Veranlassung gegeben haben.

---

[1] Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelbäume und der Eiche. Berlin, Verlag von Julius Springer. 1878. S. 3.

[2] Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 222.

Beginnt der Fäulnissprocess an den Wurzeln und bleibt er auf einen Theil derselben beschränkt, so nennt man denselben Wurzelfäule. Steigt von den faulen Wurzeln die Fäulniss empor und tritt im unteren Stammende vornehmlich auf, so heisst sie Stockfäule.

Astfäule wird die von abgestorbenen Aesten ausgehende und sich mehr oder weniger in das Innere des Baumes fortpflanzende Fäulniss genannt. Sehr häufig geht die Astfäule in Kernfäule über, wenn durch die Fäulniss der innere und älteste Theil des Holzes zuerst zerstört wird.

Erstreckt sich die Fäulniss nur auf einzelne oder zusammenliegende Gruppen von Jahresringen, so dass der noch feste, oft scheinbar gesunde innere Holztheil von dem äusseren ganz oder auf einer Seite getrennt wird, so bezeichnet man diese Erscheinung mit Ringschäle. Zuweilen tritt diese Fäulnisserscheinung einseitig die Mondsichel imitirend auf, man bezeichnet sie dann mit Mondringigkeit. Unter Splintfäule versteht man die von aussen nach innen fortschreitende, den Splint zerstörende Fäulniss abgestorbener Baumstämme.

R. Hartig hebt in dem früher mehrfach citirten Werke hervor, „dass die oben beschriebene Unterscheidung der Zersetzungsprocesse des Holzes nach Farbe und Ort des Auftretens in keiner Weise befriedigen kann. Abgesehen davon, dass die verschiedenartigsten Zersetzungsprocesse an demselben Baumtheile auftreten, dass ferner ganz verschiedenartige Zersetzungsprocesse ähnliche Färbungen des Holzes veranlassen, ist die wichtige Frage nach der Entstehungsursache noch gar nicht in Erwägung gezogen worden."

In den Lehrbüchern der chemischen Technologie unterschied man, wie wir Eingangs dieses Artikels schon erwähnten, die Zersetzungserscheinungen des Holzes in folgender Weise: 1) Vermoderung, 2) Fäulniss, 3) Humifizirung, 4) Verwesung, 5) Gährung, 6) Verschimmeln, 7) Ersticken des Holzes, 8) Hausschwamm. Diese Eintheilung der verschiedenen Zersetzungserscheinungen wurde von Dr. Ad. Mayer[1] vorgenommen. Anknüpfend an Dr. Ad. Mayer's Schrift wollen wir kurz die einzelnen Zersetzungserscheinungen des Holzes nach Mayer beschreiben.

Bei der Vermoderung, Trockenfäule oder Weissfäule nimmt das Holz in Folge dieses Processes in verhältnissmässig kurzer Zeit eine helle, meist schneeweisse Farbe und eine völlig reibliche Beschaffen-

---

[1] Chemische Technologie des Holzes als Baumaterial. Handbuch der chemischen Technologie von Dr. F. Bolley und Dr. K. Birnbaum. 1872.

heit an. Man beobachtet diese Fäulnisserscheinung häufiger an abgestorbenen Bäumen oder abgestorbenen Theilen der Letzteren als an geschlagenem Holze. Die Vermoderung des Holzes soll am häufigsten eintreten an Orten, die an sich keineswegs feucht zu sein brauchen, die indessen dem Holze nicht gestatten diejenigen Mengen von Feuchtigkeit, welche es noch in sich hat, durch Verdunstung abzugeben, oder wo dasselbe unter günstigen Wärmeverhältnissen einer häufigen Anfeuchtung ohne inzwischen eine völlige Austrocknung zu erleiden unterliegt. Die Vermoderung nur bei Anwesenheit der Luft ist ein Oxydationsvorgang und zwar soll dieser Oxydationsprocess, wie schon aus der vermoderten Beschaffenheit der Gewebes hervorgeht, nicht bloss auf die Inhaltskörper oder secundären Bestandtheile des Holzgewebes, sondern auf die Substanzen der Zellwandungen selbst erstrecken, so dass das vermoderte Holz eine beträchtlich veränderte Zusammensetzung dem frischen gegenüber erhält.

So gab weisses vermodertes Holz aus dem Innern eines Eichenstammes entnommen:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
	47,6	6,2	44,9	1,3
oder auf aschenfreie Substanz berechnet	48,2	6,3	45,5	

während gesundes Eichenholz folgende Zahlen ergab:

Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff
49,95	5,99—6,20	43,59—43,99

Die nachweisbaren Veränderungen, welche das Holz in der chemischen Zusammensetzung erleidet, sind nicht der einzige Effect, welchen das Holz bei der Vermoderung erfährt, sondern, wie die grosse Verminderung des spec. Gewichts lehrt, soll der Oxydationsprocess in der Art vor sich gehen, dass ein Theil der organischen Substanz direct in die flüchtigen Producte Kohlensäure und Wasser zerfällt. Es bleibt nach Mayer noch unentschieden, ob jene zerreibliche weisse Masse, welche etwas sauerstoffreicher ist als das gewöhnliche Holz, diese Zusammensetzung direct in Folge eines Oxydationsprocesses oder ob dieses Resultat die Folge davon ist, dass die kohlenstoffreicheren incrustirenden Substanzen, das sogenannte Lignin, vorzugsweise Oxydation erlitten haben, während die eigentliche Cellulose sich als dem Vermoderungsprocess etwas zugänglicher erwiesen hat. Welche Ursachen den Vermoderungsprocess bewirken, ist nach Mayer noch unaufgeklärt, entweder sollen die Vermoderung wie auch die Fäulniss und Gährung durch lösliche Fermente

(Liebig'sche Theorie) oder durch kleine Organismen, Pilze (Pasteur'sche Theorie) bewirkt werden.

Ad. Mayer fasst in dem Namen Vermoderung eine Reihe Erscheinungen zusammen, die äusserlich eine gewisse Aehnlichkeit zeigen, die aber, wie neuere Forschungen (Hartig), auf die wir später zurückkommen, ergeben haben, von verschiedenen Pilzarten unter verschiedenen Bedingungen bewirkt werden.

Fäulniss.

Die Fäulniss unterscheidet sich nach Mayer von der Vermoderung wesentlich dadurch, „dass erstere als Bedingung ihrer Entstehung einen reichlichen Zufluss von Wasser, eine bestimmte Höhe der Temperatur und vermuthlich einen gewissen Gehalt des faulenden Körpers an proteïnhaltigen organischen Substanzen verlangt, dagegen ist die Anwesenheit von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft nicht erforderlich.“ Das Product des Fäulnissprocesses ist nicht wie bei der Vermoderung ein weisser, sondern in der Regel ein röthlich, bräunlich oder gar schwärzlich gefärbter Körper (von ebenso geringer oder noch geringerer Consistenz als das vermoderte Holz), daher auch der Name Rothfäule. Als weiteren Unterschied führt Mayer an, dass der Vermoderungsprocess sehr gleichmässig alle Gewebstheile erfasst, während sich bei dem verfaulten Holze feste, noch unzersetzte Stränge aus faulen Gewebpartien herauslösen lassen. Uebergangsstufen zwischen dem Fäulniss- und Vermoderungsprocess sollen häufig vorkommen.

Die wichtigsten Thatsachen bei dem Chemismus der Fäulniss sind nach Ad. Mayer folgende:

Auch ohne die Gegenwart von Sauerstoff selbst in einer Wasserstoffatmosphäre entwickelt faules Holz Kohlensäure.

Durch die Fäulniss wird das Holz kohlenstoffreicher und sauerstoffärmer.

Würde bei dem Fäulnissprocess nur eine Abspaltung von Kohlensäure und Wasser stattfinden, so müsste, wenn der Process auch nur mit geringer Intensität sich vollziehen sollte, wegen des geringen Sauerstoffgehaltes des Holzes ein sehr kohlenstoffreicher aber sauerstoffarmer Rest zurückbleiben. Der Unterschied im Kohlengehalt von gesundem und faulen Holz ist dagegen nicht so gross, und wir müssen daher annehmen, dass Kohlenstoff und Wasserstoff noch als andere Verbindung z. B. Sumpfgas, dessen Auftreten bei der Zersetzung organischer Körper schon öfter beobachtet worden ist, aus-

treten. Tritt, wenn auch in beschränktem Maasse, Sauerstoff von aussen zu dem faulen Holze, so entsteht anstatt des Sumpfgases entsprechend mehr Kohlensäure und Wasser. Wirkt der Sauerstoff bei der Fäulniss mit, so bildet er eine Uebergangsstufe zu dem Vermoderungsprocess oder vielmehr beide Processe vermischen sich. Der reine Fäulnissprocess wird in unserm Klima, da die Temperatur nicht hoch genug steigt und in den meisten Fällen kein vollständiger Abschluss von Sauerstoff oder Luft vorhanden ist, selten beobachtet.

Die Elementarzusammensetzung des faulen Holzes ergiebt sich uns, da wir in demselben nicht das reine Product der Fäulniss vor uns haben, sondern ein Product, welches durch Fäulniss und Vermoderung resp. Humification entstanden ist.

Die Elementaranalyse von faulem Holz ergab:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Analytiker
verfaultes Eichenholz hellbraun . . .	53,6	5,2	41,2	Mayer
„ „ dunkelbraun . .	56,2	4,9	38,9	Will
braune Baumerde aus einem hohlen Baum	58,0	4,9	37,1	Mulden.

Die Frage, welche Gewebetheile des Holzes dem Fäulnissprocess unterliegen, beantwortet Mayer dahin, dass Cellulose sowie incrustirende Substanzen in gleicher Weise der Fäulniss unterliegen und man bis jetzt nicht sagen kann, welche der beiden Substanzen der Fäulniss am meisten zugänglich ist.

Ueber die Ursachlichkeit des Fäulnissprocesses bemerkt Mayer folgendes: „Die Fäulniss steht in innigem Zusammenhange mit dem Gehalt an stickstoffhaltigen Körpern. Das entstehende Product ist Splintholz, das reich an stickstoffhaltigen Substanzen ist, daher leichter fault als Kernholz. Faules Holz kann ohne Zweifel gesundes anstecken, denn der Fäulnissprocess schreitet gleichmässig über einen immer grösser werdenden Bezirk fort. Die Fäulniss des Holzes trägt im Allgemeinen den Charakter fermentartiger Erscheinungen an sich, ob dieselbe durch ein sich stets wieder von Neuem bildendes chemisches Ferment oder durch niedrige Organismen stattfindet, kann bis jetzt noch nicht definitiv entschieden werden. Sind die Organismen die Ursache der Fäulnisserscheinungen, so gehören dieselben keinesfalls zu grösseren, mikroskopisch leicht erkennbaren Gährungspilzen, sondern ohne Widerrede vorzugsweise zu jenen kleinsten Organismen, welche man Bacterien genannt hat.“

In wie weit aber alle die chemischen Veränderungen, welche wir bei der Fäulniss beobachten, mit dem Stoffwechsel dieser Organismen identisch, in wie weit sie secundäre, durch jene eingeleitete

Erscheinungen sind und in wie weit sie sich völlig unabhängig von jenen vollziehen, bleibt nach Ad. Mayer bis jetzt unaufgeklärt.

Wie wir später sehen werden, haben die neueren Forschungen, namentlich von R. Hartig, ergeben, dass die Fäulniss des Holzes an lebenden Bäumen nur durch Pilze bewirkt wird und dass es verschiedene Arten von Pilzen giebt, welche Fäulniss des Holzes bewirken.

Humificirung des Holzes.

Die Humificirung des Holzes ist erkenntlich an der Lockerung des Zusammenhaltes und an der Dunkelfärbung des humificirten Holzes.

Die Bedingungen für das Eintreten des Humificirungsprocesses sind nach Mayer folgende:

Die Humificirung tritt vorzugsweise bei niedriger Temperatur ein, die Anwesenheit von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff ist nicht erforderlich. Die Endproducte der Humificirung sind verschieden, je nachdem Sauerstoff zugegen war oder nicht, im ersten Falle tritt Torfbildung, im zweiten Falle Braunkohlenbildung bei gleichzeitiger Abspaltung von CH_4 Grubengas ein.

Von der Vermoderung unterscheidet sich die Humificirung dadurch, dass für das Eintreten der Ersteren freie Luftcirculation, eine höhere Temperatur und eine mässige Anfeuchtung erforderlich sind, während sich die Humificirung bei niederer Temperatur, gehemmter Luftcirculation, umgeben von Wasser vollzieht. Als Ursache der Humificirung betrachtet Ad. Mayer einen langsam sich vollziehenden chemischen Process oder vielmehr eine Anzahl solcher Processe, deren Verlauf aus irgend einem Grunde stagnirendes Wasser erfordert. Die Annahme, dass dem Humificirungsprocess eine Fermentwirkung oder die Wirkung kleiner Organismen zu Grunde liege, wird als ausgeschlossen betrachtet.

Wir sind der Ansicht, dass sich Fäulniss- und Humificirungsprocess nicht von einander trennen lassen. Von den äusseren Bedingungen, Temperaturverhältnissen, Sauerstoff-Gegenwart oder -Abwesenheit hängt es ab, ob bei der Zersetzung des Holzes der eine oder andere Process die Oberhand behält. Um den Humificirungsprocess einzuleiten, muss entweder Fäulniss vorausgehen oder beide Processe müssen neben einander verlaufen. Ist durch den vorhergegangenen Fäulnissprocess die Structur des Holzes gelockert oder die ganze Holzmasse verändert, so kann der Humificirungsprocess unter geeigneten Bedingungen sich theilweise auf chemischem Wege

weiter vollziehen. Die Ansicht von Ad. Mayer, dass der Humificirungsprocess nicht auf die Wirkung von Fermenten oder kleinen Organismen zurückzuführen sei, ist durch die Forschungen von Schlössing, Müntz[1], Warington[2] und Wollny[3] unwahrscheinlich gemacht worden. Die Oxydation des Kohlenstoffs der organischen Substanzen überhaupt oder die Humificirung im Boden findet unter Mitwirkung niederer Organismen statt. Der experimentelle Beweis für die Betheiligung der Mikroorganismen bei der Humificirung resp. Kohlensäurebildung wurde zuerst von Wollny[4] geliefert. Als dieser den Boden mit Chloroformdämpfen behandelte, sank die Kohlensäureausscheidung, ohne indessen vollständig aufzuhören. Dasselbe war der Fall, als dem Boden verschiedene fäulnisshemmende Substanzen zugeführt wurden, unter welchen sich die Carbolsäure, Borsäure, Thymol und Benzol am wirksamsten erwiesen. Durch andauerndes Erhitzen auf 110° wurde die Kohlensäureentwickelung ebenfalls sehr vermindert. Aus diesen Thatsachen zieht Wollny den Schluss, dass die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff zum grössten Theil an die Thätigkeit niederer Organismen gebunden ist, zugleich aber auch, dass eine langsame Verbrennung der organischen Substanz nebenher geht, deren Leistung indessen im Vergleich zu derjenigen, hervorgerufen durch Mikroorganismen, eine relativ geringe ist. Welcher Art diese niederen Organismen sind, ist noch nicht genau festgestellt. Wahrscheinlich ist, dass, solange der Zutritt der atmosphärischen Luft zum Boden ein ungehinderter ist, die Schimmelpilze bei der langsamen Verbrennung der organischen Substanz überwiegen, während in einem spärlich durchlüfteten oder von der Luft völlig abgeschlossenen Erdreich die Spaltpilze vorzugsweise zur Entwickelung zu gelangen scheinen. Die eben geschilderten Vorgänge bei der Oxydation der Humificirung der organischen Substanzen im Boden zeigen eine grosse Aehnlichkeit mit der Humificirung des Holzes und lässt sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen, dass auch hier niedere Organismen eine wichtige Rolle bei der Zersetzung des Holzes spielen.

Verwesung.

Mit diesem Namen bezeichnet man nach Nördlinger einen Vorgang, der als eine äusserst langsame Entmischung des Holzes, nament-

---

[1] Comptes rendus. Bd. 77, S. 203 u. 353.
[2] Landwirthschaftliche Versuchsstationen. Bd. XXIV. 1879. S. 161—166.
[3] Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege. 1883. S. 705.
[4] a. a. O.

lich des Eichenholzes, in trocknen Gebäuden zu betrachten ist. Das verweste Holz wird als brausch, sprockig oder abgestanden bezeichnet. Die Ursache dieser Erscheinung, die bei dem besten Eichenholz schon nach 25 Jahren eintreten soll, ist nach Mayer noch nicht erforscht.

Gährung des Holzes.

Bewahrt man frisch gefällte saftreiche Baumstämme so auf, dass sie nicht austrocknen können, so tritt häufig eine alkoholische Gährung des Zellsaftes ein. Der Zucker wie die in Zucker sich leicht verwandelnden Substanzen werden, wie bei der gewöhnlichen alkoholischen Gährung, in Alkohol und Kohlensäure gespalten und lässt sich der Alkoholgehalt solchen Holzes durch Destillation seiner Spähne mit Wasser nachweisen. Die Gährung schädigt das Holz an sich nicht, nur dann, wenn sie bis zur Essigbildung vorschreitet. Man hält dann nach Ad. Mayer diesen Process für schädlich, da man der Essigsäure die Fähigkeit zuschreibt, das Holzgewebe anzugreifen.

Als Ursache der Gährung des Holzes betrachtet Mayer die gewöhnlichen Hefenpilze. Er sagt: „Indessen haben wir zu bedenken, dass kein Gährungsprocess ohne das Vorhandensein von leichtlöslichen, stickstoffhaltigen, organischen Substanzen vor sich gehen kann, indem diese Stoffe eine nothwendige Nahrung der Hefepilze darstellen, von denen seinerseits der Gährungsprocess abhängig ist.“ Es lässt sich bei dieser Erklärung nicht recht begreifen, wie die Hefezellen durch die fest geschlossene Rinde in den Zellsaft gelangt sind. Nach unserer Ansicht lässt sich die Gährung des Holzes auf die in der neueren Zeit beobachtete Selbstgährung zurückführen. Die unzerstörte Pflanzenzelle kann unter eigenthümlichen Bedingungen, besonders dann, wenn derselben nothwendige Nährstoffe, wie Sauerstoff, fehlen, wie Beobachtungen von Lechatier und Bellamy bei Obst ergeben haben, wie die Hefezellen den Zucker in Kohlensäure und Alkohol spalten. Das Vermögen, den Zucker in die gewöhnlichen Gährungsproducte zu spalten, kommt dem Plasma einer Menge von Pflanzenzellen in krankhaftem oder eigenthümlich verändertem Zustande in geringerem, oft kaum merkbarem Maasse zu.

Bei der Gährung des Holzes wird, wie bei der Selbstgährung der Früchte, durch die Pflanzenzellen des Holzes die Gährung des Zellsaftes hervorgerufen. Wird das Holz nach dem Fällen rasch getrocknet, so verlieren die Zellen die Fähigkeit, Gährung zu bewirken.

Ersticken des Holzes.

Lässt man grünes Laub- oder Nadelholz bei warmer Witterung in der Rinde liegen, so geht der Saft in wenig Tagen in Zersetzung über. Das mit Saft durchdrungene Holz, besonders das Splintholz, wird bei Nadelholz grünlichblau, bei Eschenholz bläulichbraun und bei Eichenholz braun.

Diese Farbenveränderung des Holzes bezeichnet man mit „Ersticken“ oder „Anlaufen“.

Ueber die Ursache und den Chemismus ist nach Mayer durchaus nichts bekannt.

Aus dem Umstande, dass das Ersticken des Holzes nur dann eintritt, wenn das grüne Holz in der Rinde liegen bleibt, könnte man nach unserer Ansicht schliessen, dass die Zersetzung des Saftes in ähnlicher Weise durch die noch lebenden Zellen des Cambiums bewirkt wird, wie die Gährung des Holzes.

Um bei manchen Holzarten. die besonders zum Ersticken geneigt sind, das letztere zu verhüten, müssen dieselben unmittelbar nachdem sie gefällt, nicht nur geschält, sondern entweder rasch in Bretter zersägt oder in kleine Stücke gespalten werden. Wird erstic̈ktes Holz bald getrocknet, so erweisen sich seine wesentlichsten Eigenschaften, Festigkeit, spec. Gewicht als nicht verändert.

Wir geben in Nachfolgendem eine kurze Beschreibung der verschiedenen Zersetzungserscheinungen des Holzes, wie sie durch Forschungen von Prof. R. Hartig festgestellt worden sind. Bei unserer Darstellung lehnen wir uns an die ausführliche Beschreibung, welche Professor Dr. Hartig in seinem vorzüglichen schon mehrfach citirten Werke „Die Zersetzungserscheinungen des Holzes“ [1] gegeben hat. Wie dies Hartig zuerst vorgeschlagen hat, lassen wir die alte Classificirung der Zersetzungserscheinungen des Holzes in Roth-. Weiss-, Nass-, Trockenfäule fallen und unterscheiden nur die verschiedenen Fäulnissarten nach den sie verursachenden und dabei constant auftretenden Pilzen. Diese neue Eintheilung hat gegenüber der alten den Vorzug, dass wir nicht verschiedene Zersetzungsvorgänge in einem Wort zusammenfassen. Wir citiren eine Stelle von Hartig: „Das Wort Rothfäule ist die Bezeichnung für unendlich verschiedenartige Erscheinungen und besitzt nicht den geringsten Werth. Der Forstwirth muss diese Bezeichnungen, wie sie theils nach der Färbung des Holzes, theils nach dem Orte des Auftretens der Zersetzung im

---

[1] Berlin. 1878. Verlag von Julius Springer. Zersetzungserscheinungen. Seite 82.

Gebrauche sind, mehr oder weniger fallen lassen, und gerade wie bei den Insectenschäden, noch den Erzeuger der Zersetzung des Holzes nennen, wenn dieselbe durch einen parasitischen Pilz hervorgerufen worden ist. Ich habe deshalb den durch Parasiten erzeugten Zersetzungsprocessen nur den Namen des Parasiten vorangestellt."

Die Zersetzungserscheinungen des Holzes sind von Hartig an lebenden Bäumen studirt worden. Der Zersetzungsprocess an abgestorbenen Bäumen, gefälltem oder verbautem Holze, sind bis auf einen, die Zerstörung des Holzes durch den Merulius, noch wenig wissenschaftlich untersucht.

Die Zersetzungsprocesse, welche an lebenden Bäumen beobachtet werden, lassen sich nach Hartig in zwei Klassen eintheilen: 1) in solche, die durch Parasiten verursacht werden, und 2) in solche, bei denen die Pilze einen saprophytischen Charakter tragen.

Bei den Processen der ersten Klasse sind es bestimmte Pilzspecies, deren Mycel sich in dem Holz verbreitet, die die Zersetzung des Holzes bedingen. Bei dieser Klasse von Zersetzungsprocessen kommen nur hoch entwickelte Pilzformen vor, nie treten dabei niedere Pilze, wie Schizomyceten auf. Die Thätigkeit der Pilzhyphen im Innern des Holzgewebes ist eine zweifach verschiedene. Einestheils nehmen dieselben die organischen Stoffe unverändert auf, assimiliren dieselben unter gleichzeitiger Abscheidung von Kohlensäure, andererseits entziehen sie auf weite Distanz den organischen Verbindungen gewisse Stoffe, die sie zu ihrer Ernährung bedürfen, und veranlassen damit eine chemische Veränderung des nicht aufgenommenen Zellsaftes resp. der Zellwandungen. Zunächst steht es nach Hartig ausser Zweifel, dass alle Pilzarten nicht unerhebliche Mengen von Sauerstoff der Binnenluft und wahrscheinlich auch den organischen Substanzen des Holzkörpers entziehen können. Ausser Sauerstoff entziehen die Pilzhyphen dem Zellinhalt der parenchymatischen Zellen, sowie den Zellwänden aller Organe gewisse Substanzen, über deren Beschaffenheit bis jetzt nur Vermuthungen ausgesprochen werden können. In vielen Fällen nimmt die Zellwandung wieder vollständig den Charakter der Cellulose an, wird absolut farblos, geschmeidig, leicht quellbar, in Chlorzinkjod eine schöne violette Reaction zeigend, in anderen Fällen bräunt sich die Wandung dagegen, wird sehr spröde und löst sich in Ammoniak grösstentheils, in Kalilauge nahezu vollständig zu einer braunen Flüssigkeit auf.

An lebenden Nadelholzbäumen sind von R. Hartig sieben durch Parasiten erzeugte Zersetzungsprocesse näher studirt worden.

Polyporus mollis Fr. R. Das durch diesen Pilz erkrankte Holz zeichnet sich zunächst durch eine tief braunrothe Färbung aus, ist zwar weicher und mürber als das gesunde Holz, zeigt aber doch eine grosse Festigkeit. Ein weiteres Zersetzungsstadium ist dadurch charakterisirt, dass das Holz schwindet und Risse bekommt, ähnlich wie das von dem Hausschwamm ergriffene Holz. Das spec. Gewicht des Kiefernholzes, welches nach Dr. Daube 0,57 beträgt, war an dem faulen Holze auf 0,19 herabgesunken. Die Elementaranalyse ergab eine bedeutende Abnahme des Sauerstoffs und zwar von 42,22% auf 33,08%, der Kohlenstoffgehalt war von 51,65% auf 61,23% gestiegen. In kalter Ammoniakflüssigkeit waren 42%, in concentrirter Kalilauge war die Substanz nahezu vollständig löslich.

Polyporus vaporarius greift Fichte und Kiefer an und zwar nicht nur an Wunden oberirdisch, sondern noch häufiger durch Mycelinfection an den Wurzeln, indem eigenthümliche weisse Mycelstränge, ähnlich denen des Merulium lacrimans, aus dem Holze hervortreten. Die Zersetzungsform ist sehr ähnlich der durch Hausschwamm erzeugten. Von der durch Polyporus mollis bewirkten Zersetzung unterscheidet sich diese dadurch, dass die Spalten in der Wandung mit der Längsaxe der Tracheïden parallel laufen und aus zahlreichen kleinen Rissen zusammengesetzt sind. Charakteristisch für diesen Zersetzungsprocess ist ein scharfer Geruch nach Terpentinöl.

Trametes radiciperda. Die Krankheit, welche durch die Thätigkeit dieses Pilzes hervorgerufen wird, giebt sich in verschiedener Weise bei Fichte, Kiefer und Weymouthkiefer zu erkennen. Bei der Fichte färbt sich vorübergehend das Holz dunkler, dann hellbraun mit weissen Flecken. Letztere sind anfangs mit schwarzen Punkten in der Mitte versehen. Die weissen Flecken sind ausgezeichnet dadurch, dass alle drei Wandschichten, die äusserste etwas später als die innerste, in Cellulose verwandelt werden, worauf dann die völlige Auflösung der äusseren Schicht und damit die Isolirung der Tracheïden erfolgt, während die inneren Schichten erst später aufgelöst werden.

Dieser Parasit tödtet die davon befallenen Bäume in kurzer Zeit.

Das spec. Gewicht von lufttrockenem gesunden Holz betrug 0,53, das durch Trametes radiciperda zerstörte Holz, je nachdem das Stadium der Zersetzung mehr oder weniger vorgeschritten war, 0,33—30. Die Elementaranalyse weist eine stetige Abnahme des Sauerstoffs und eine Zunahme des Kohlenstoffs nach, so dass der Kohlenstoff von 58,82 auf 53,93 steigt, der Sauerstoff von 44,16 auf 41,42 sinkt.

Aus dem Ergebniss dieser Analyse folgert Hartig, dass die Umwandlung der Cellulose einer Auflösung oder Umwandlung einer sauerstoffreicheren Substanz vorangeht, weiter, dass die noch nicht in Cellulose umgewandelten Theile der Zellwandungen sich durch grossen Kohlenstoffgehalt resp. Sauerstoffarmuth auszeichnen müssen, da sonst die Gesammtmasse nicht kohlenstoffreicher als gesundes Holz sein könnte.

Polyporus borealis. Nach Hartig verursacht dieser Pilz auf der Fichte Picea excelsa, eine Zersetzungserscheinung, nach Rabenhorst soll er auch auf der Tanne vorkommen. Der Zersetzungsprocess soll sich, wie Hartig annimmt, nur von oberirdischen Windflächen aus über einen grossen Theil des Bauminnern verbreiten. Charakteristisch bei dieser Zersetzungserscheinung ist, dass auf dem gelblichen Grunde des Holzes zahlreiche horizontale Fugen in jedem Jahresringe in gleichen Abständen von einander entstehen.

Die Auflösung geschieht von innen nach aussen, nachdem zuvor eine Wandschicht nach der andern in Cellulose umgewandelt worden ist.

Die Umwandlung umfasst in dünnwandigem Sommerholz sofort die ganze Wandung excl. der äussersten Schicht, die selbst nach Lostrennung und Auflösung der inneren Schichten noch einige Zeit der Umwandlung in Cellulose widersteht.

Polyporus fulvus scop. Dieser Pilz verursacht bei der Weisstanne, Abies pectinata, die Weissfäule. Die Zersetzung des Holzes äussert sich zunächst durch die schmutzig hellgelbe Farbe, welche das Holz annimmt. Bei glattem Längsschnitte und genauer Betrachtung erkennt man in höheren Zersetzungsstadien zahlreiche länglich weisse Flecke auf gelbem Grunde. Die Substanz des durch den Pilz zersetzten Holzes ist mürbe und die Art des Bruches wie lockere Pappe. Das spec. Gewicht des zersetzten Holzes ist wesentlich geringer als das des gesunden Holzes. Ein Holzstück zeigt ein spec. Trockengewicht von 0,27, während gesundes Tannenholz ein spec. Gewicht von 0,42 zeigt. Es ist mithin das Gewicht von 100 Theilen gesundem Holze auf 64,03 herabgesunken. Die Elementaranalyse ergiebt im Gegensatz der vorher erwähnten Zersetzungserscheinungen eine erhebliche Zunahme des Sauerstoffs von 42,61 auf 44,29% und eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes von 51,43 bis 49,61%.

Es bleibt nach Hartig zweifelhaft, ob man diese Veränderung in der chemischen Zusammensetzung vorwiegend einer Veränderung der Holzwandungen zuschreiben darf oder ob das sehr üppig entwickelte

Pilzmycel, welches einen grossen Theil der untersuchten Substanz ausmacht, durch seine Pilzcellulose-Wandungen den Kohlenstoffgehalt der ganzen gemischten Substanz herabgedrück that. In concentrirtem Ammoniak lösen sich 14,5%, während von dem gesunden Weisstannenholz 12,7% gelöst werden.

Agaricus melleus, auch Wurzelpilz oder Hallimasch genannt. Dieser essbare, unter dem Namen Hallimasch längst bekannte Pilz, der sich an den Wurzeln und Stöcken der Nadel- und Laubhölzer findet, sendet lange, dicke, schwarzbraune, thauartige oder netzförmige Mycelstränge unter die Rinde. Letzere wurden früher für eine eigene Pilzspecies angesehen und Rhizomorpha subcorticalis genannt. Dieser Pilz ist die Ursache der mit andern Pilzen unter dem Namen Harzsticken, Wurzelfäule oder Erdkrebs bekannten Krankheit der Nadelhölzer.

Wie durch die Untersuchungen von R. Hartig und Brefeld nachgewiesen worden ist, ist das Dauermycelium dieses Pilzes die Ursache des sog. Brunnenzopfes und des Grubenschwammes. Bekanntlich treten in den hölzernen Brunnenröhren zuweilen lange zopfartige Stränge auf. Durch die beiden vorher erwähnten Forscher ist nachgewiesen worden, dass sich der Brunnenzopf aus dem Dauermycelium des Agaricus melleus entwickelt. Auf nassem Bauholz oder auf Grubenholz in Bergwerken entwickelt das Dauermycelium dieses Pilzes den Grubenschwamm, welcher eine allmähliche Zerstörung und Fäulniss des Holzes bewirkt.

Aus den Sporen des Agaricus melleus entwickelt sich, wie durch Culturversuche von Brefeld bewiesen worden ist, das unter dem Namen Rhizomorpha subterranea schon vorher erwähnte Pilzmycelium, welch Letzteres häufig in Nadelholzwäldern vorkommt, und hier den Boden wie auch todte und verwesende Stämme durchzieht und als Saprophyt die Fäulniss und Zersetzung des Holzes bewirkt. Gewöhnlich scheint aber diese aus dünnen, braunen, wurzelartigen Fasern bestehende Rhizomorpha zunächst in die Wurzeln gesunder Nadelbäume einzudringen und hier als Parasit weiter zu leben, indem sie sich unter der Rinde des Baumes streifen- oder hautförmig ausbreitet. Von den Mycelhäuten oder auch -Strängen dringen zahlreiche Mycelfäden, von den äusseren Hyphen der Rhizomorphrinde entspringend, unmittelbar in die Tracheïdenwandungen vor, zugleich aber durch die Markstrahlen in das Innere des Holzes und veranlassen die Zersetzung desselben, nachdem sie zunächst Harzausfluss herbeigeführt haben.

Die mikroskopischen, den Holzkörper durchziehenden Mycelhyphen bleiben sehr lange lebensfähig, auch nach dem Abhieb des Stammes

und dem völligen Austrocknen des Holzes, sie erwachen zu neuer Thätigkeit, sobald sie mit Feuchtigkeit in Berührung kommen, wo sie dann abermals Rhizomorphenstränge bilden. Wird Holz, welches von diesen Mycelhyphen durchdrungen ist, zur Herstellung von Brunnenröhren oder als Bauholz in Gruben verwendet, so entwickelt sich bei dem Hinzutreten der Feuchtigkeit im ersteren Falle der sog. Brunnenzopf, im zweiten Falle der Grubenschwamm. Wie noch verschiedene andere Hymenomycetenarten, zeigen die weichen weisslichen Spitzen der Rhizomorphenzweige Phosphorescenzerscheinungen. Das bekannte Leuchten des faulen Holzes und des Grubenholzes tritt nur dann ein, wenn das Holz von Rhizomorphenfasern durchzogen ist.

Agaricus melleus tritt, wie Hartig nachgewiesen hat, als Parasit wie als Saprophyt auf. So fand Hartig bei Fichtenwundfäule, welche von Wurzelverwundungen ausgeht, in den meisten Fällen das Mycel von Agaricus melleus. Dasselbe gelangt zunächst in Form von Rhizomorphen an das todte Holz der Wundfläche und bewirkt dann in der vorher beschriebenen Weise die Zersetzung und Fäulniss des Holzes. Es scheint, dass der Agaricus melleus die Fäulniss des Holzes von unterirdischen Wunden mehr befördert als irgend andere Saprophyte.

Trametes pini Tr. bewirkt, wie Hartig nachgewiesen hat, die Ring-, Rind- oder Kernschäle bei Pinus silvestris, Abies pectinata, Picea excelsa, Larix decidua. Die an harzigen Stoffen armen Nadelhölzer werden von dem Parasit, beispielsweise die Lärche, mehr als die harzreichen heimgesucht. Das von diesem Pilz inficirte Holz bleibt fest, nimmt aber eine rothbraune Farbe mit weissen Flecken an. Im Bereich der weissen Flecken erfolgt zunächst eine Umwandlung der ganzen Wandlung in Cellulose, hierauf weitere Auflösung, bis zuletzt die innerste Wandschicht eine feingekörnelte Structur und ein Zerfallen in die kleinsten Moleküle erkennen lässt. In dem Holz entstehen Löcher, deren Wandungen kaum heller gefärbt sind als das feste Holz.

Das durch Trametes pini zersetzte Holz ist ein nicht faul, sondern immer ziemlich trocken zersetztes Holz, zeigt ein specifisches Trockengewicht von 0,30, gesundes Holz dagegen nur 0,57, und ist somit bei der Zersetzung die Masse nahezu um die Hälfte vermindert worden. Die chemische Analyse von solch zersetztem Holze ergiebt fast genau die gleiche Zusammensetzung wie das gesunde Holz. Der Kohlegehalt sinkt nur von 51,65 auf 51,25, der Sauerstoffgehalt steigt nur von 42,22 auf 42,82%. In concentrirtem Ammoniak lösen sich von gesundem Holz 13%, von zersetztem 14,8%.

Die zweite Klasse von Zersetzungsprocessen bei den Nadelhölzern, bei welcher die Pilze einen saprophytischen Charakter haben, ist weniger genau studirt als die vorhergehenden Processe. Die Wirkung dieser Pilze, die meistens zu den Hymenomyceten. Hutpilzen, theilweise zu den Ascomyceten, Schlauchpilzen, gehören, erstreckt sich meistens nur auf den durch Austrocknen oder Functionslosigkeit abgestorbenen Holzkörper. In der Regel treten bei diesen Zersetzungsprocessen verschiedene saprophytische Pilzarten gleichzeitig auf und wird dadurch die Untersuchung der Zersetzungserscheinungen des gefällten und verbauten Holzes sehr erschwert. Doch treten auch bei dieser Classe von Zersetzungserscheinungen Processe, welche sich auf einen saprophytischen Pilz, z. B. den Hausschwamm, wie wir später sehen werden, zurückführen lassen, auf.

Von chemischem Interesse bei der Zersetzung der Nadelhölzer im Allgemeinen ist noch das Verhalten des Terpentins, welches dem Pilzwachsthum sehr hinderlich entgegentritt, wenn es die Organe auf der Grenze des gesunden und erkrankten Holzes ausfüllt. Es schlägt sich zunächst in Tropfen an den Wandungen nieder, die einzelnen Tropfen fliessen später zusammen und füllen den Innenraum aus.

In stark zersetztem Holz zeigt nach Hartig das Terpentin sich nicht mehr flüssig, sondern verharzt in amorphen Stücken, die das Innere der Organe ausfüllen.

Die Zersetzungserscheinungen des Eichenholzes.

Ebenso wie das Nadelholz wird auch das Eichenholz von parasitischen und saprophytischen Pilzen zerstört. Die Zersetzung durch parasitische Pilze beginnt gewöhnlich an Astbrüchen oder künstlichen Astwunden, seltener geht sie von anderen oberirdischen oder unterirdischen Wundflächen aus.

Die Zerstörungsart ist bei der Einwirkung parasitischer Pilze nur bedingt durch die Pilzspecies und findet völlig unabhängig von äusseren Verhältnissen im Bauminnern statt. Treten zwei parasitische Pilze gleichzeitig im Innern des Baumes auf, so entsteht, wie R. Hartig nachgewiesen hat, ein Zersetzungsprocess, der von dem der einzelnen Pilze völlig verschieden und für jene Combination durchaus charakteristisch ist.

Wir wollen kurz die von Hartig beobachteten, bei der Zersetzung des Eichenholzes auftretenden Pilze, sowie die Zersetzung, welche dieselben hervorrufen, beschreiben.

Polyporus sulphureus Fr. Dieser Pilz tritt am häufigsten bei den Zersetzungsprocessen des Eichenholzes auf und erzeugt den

mit dem Namen Rothfäule bezeichneten Process. Zuweilen findet sich dieser Parasit auf Pappel, Populus alba, Pyrus communis und Juglans regia. Die schwefelgelben annuellen Fruchtträger erscheinen in grosser Zahl und dicht gedrängt übereinander stehend häufig am unteren Theile der alten Eichen aus zufällig vorhandenen Löchern der todten Borke. Anfangs wird das Holz röthlich, später gelbbraun und die grossen Gefässe füllen sich mit weissem Mycel. Mit zunehmender Zersetzung wird das Holz nicht allein leichter, sondern auch trockner und es stellen sich in Folge der eingetretenen Volumverminderung zahlreiche rechtwinkelig aufeinander stehende Risse in demselben ein. Das spec. Gewicht des zersetzten Holzes wird um mehr als die Hälfte vermindert und die Festigkeit desselben sehr gemindert. Das Holz wird mürbe und zwischen den Fingern zerreiblich. Besonders charakteristisch für diese Zersetzungserscheinung ist (nach Hartig[1]), dass sich die peripherisch und radial verlaufenden grösseren Spalten, sowie etwa vorhandene andere Hohlräume, z. B. ausgefaulte Asthöhlen, mit einer weissen Pilzmasse ausfüllen, die durch Hervorwachsen des Mycels aus der Hautsubstanz entsteht.

Die Zersetzung des Holzes wird von eindringenden Pilzfäden dadurch eingeleitet, dass die Wandungen durchbohrt, durch chemische Zersetzung und Auflösung die Bohrlöcher allmählich erweitert und schliesslich eine tiefgehende chemische Veränderung des Zellinhaltes und der Zellwände bewirkt wird. In verdünntem Ammoniak lösen sich 35,3% auf, während sich von gesundem Eichenholz nur 15,34% lösen. In concentrirter Kalilauge löst sich fast das ganze Holz auf.

Die Elementaranalyse des von Pilzhäuten freien, aber stark zersetzten Holzes ergab nach Schütze:

Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	
C 54,43	H 5,03	O + N 39,18	1,37 Asche oder aschefrei
C 55,18	H 5,10	O + N 39,72.	

Gesundes Eichenholz zeigte folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	
C 48,8	H 5,42	C + N 44,88	0,90 Asche oder aschefrei
C 49,24	H 5,47	45,29.	

Vergleicht man diese beiden Analysen, so ergiebt sich, dass der Kohlenstoffgehalt im zersetzten Holz sich wesentlich vermehrt hat, während der Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt entsprechend sich vermindert hat.

---

[1] Hartig, Die Zersetzungserscheinungen des Holzes. S. 112.

Polyporus dryadeus Fr. Dieser Pilz veranlasst eine Braunfärbung des Holzes, später treten längliche, theils gelbe, theils weisse Flecke und Strichelchen auf. Selbst bis zum letzten Zersetzungsstadium bleiben grössere oder kleinere Theile des Holzkörpers fest und behalten die ursprüngliche braune Farbe des Kernholzes bei. Der äusseren Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt, verwandelt sich das Holz in eine zimmtbraune filzige Mycelmasse, in welcher weisse Kanäle nach allen Richtungen hin verlaufen. Innerhalb der weissen Flecke werden die Wandungen in Cellulose übergeführt, später werden die Aussenwandungen aufgelöst, dann die Innenwandungen und zuletzt das Stärkemehl. In dem gelben Holze findet die Umwandlung der Wandungen in Cellulose nicht statt, die Auflösung erfolgt von dem inneren Lumen nach aussen. In verdünntem Ammoniak ist das zersetzte Holz nur sehr wenig mehr löslich als gesundes Eichenholz. Die Elementaranalyse ergab eine fast ganz gleiche Zusammensetzung wie gesundes Eichenholz.

Polyporus ignarius Fr. Von allen Polyporusarten schmarotzt dieser Parasit auf den verschiedenen Holzarten. Nicht allein auf der Eiche, Buche, Weide, Pappel, Hainbuche findet sich derselbe, sondern Hartig hält ihn auch für den gefährlichsten Parasit der Obstbäume, namentlich der Apfel- und Birnbäume. Bei der Eiche beginnt die Krankheit stets an Wundflächen des oberirdischen Stammes. Von der Wundfläche verbreitet sich die Zersetzung gewöhnlich im Splinte und Bastgewebe der Eiche weiter, später wird das Kernholz ergriffen. Der Pilz veranlasst bei dem Eichenholz die sog. Weissfäule, bei der, zumal wenn das Holz ein wenig der Luft ausgesetzt ist, ein etwas gelblicher Ton charakteristisch ist. Ungehinderter Zutritt von Sauerstoff befördert das Wachsthum des Pilzes wesentlich. Stellt man einen frischen Klotz des mit dem Pilze inficirten Holzes nur wenige Tage hin, so wächst auf der Unterseite und in nicht zu trockener Luft auf allen Seiten das Mycel des Parasiten aus dem Holze heraus und bildet einen hellgelben, später rothbraun sich färbenden sammetartigen Ueberzug, aus dem sich dann Sporen entwickeln können.

Der Zersetzungsprocess des Holzes durch das Mycel des Pilzes wird in der Weise eingeleitet, dass die in den Gefässen voraneilenden und von diesen sich erst seitlich, so insbesondere durch die Markstrahlen, verbreitenden Pilzhyphen den flüssigen Inhalt aufsaugen. Der im Holz enthaltene Gerbstoff scheint dabei zuerst aufgenommen und zersetzt zu werden. Die letztere Thatsache beweist, dass der Gerbstoff gegenüber diesen Pilzen keineswegs, wie häufig angenommen wurde, als Conservirungsmittel dient. Häufig benutzt

man in der Praxis das Fehlen des Gerbstoffgeruchs als Mittel zum Erkennen eines bereits erkrankten Zustandes des Holzes. Bei fortschreitender Zersetzung geht der Auflösung der inneren Zellenwand eine Umwandlung in Cellulose voraus, es verschwindet zuerst diese, worauf zuletzt auch die äussere Wandung in Cellulose verwandelt wird und sich auflöst. Reichliches Mycel tritt an die Stelle des zerstörten Gewebes.

Die Elementaranalyse des zersetzten Holzes ergab, dass der Kohlenstoffgehalt um etwa 1 % gestiegen, während der Sauerstoffgehalt nur etwa $1^1/_2$ % gesunken ist. Aus den Resultaten der Elementaranalyse geht zur Evidenz hervor, dass die Weissfäule kein Oxydationsvorgang ist, wie man früher annahm. Interessant ist die Zersetzungserscheinung des Eichenholzes, wenn Polyporus ignarius, Feuerschwamm, und Polyporus dryadeus gleichzeitig auf das Holz wirken. Charakteristisch bei dieser Zersetzungsform ist, wie sich schneeweisse Markstrahlen auf anfänglich braunem, später gelblich weissem Grunde auszeichnen. Sowohl die Markstrahlen als auch die angrenzenden Organe verwandeln sich in Cellulose und werden durch Auflösung der Aussenwandung isolirt. Das in reichlichem Maasse in den Markstrahlen enthaltene Stärkemehl bleibt bis zur Auflösung der Cellulosewandungen intact. Die Auflösung der Stärke beginnt erst dann, wenn die Wandungen der Markstrahlen und der daran grenzenden Organe sich entfärben, d. h. weiss werden und in Folge der verbindenden Aussenwandungen isolirt sind. Die Auflösung der Stärkekörner erfolgt entweder von innen, indem sich Risse und Spalten bilden, die das Korn in mehrere Theile zerlegen, oder von aussen nach innen, indem das Stärkekorn, wie bei dem gewöhnlichen Auflösungsprocess, angefressen wird. Die von innen sich auflösenden Stärkekörner sind specifisch sehr leicht und werden durch Jod nicht mehr tiefblau gefärbt.

Hydnum diversidens Fr. Dieser Pilz gehört zu den seltener auf dem Eichenholz vorkommenden Parasiten. Die Infection des Baumes erfolgt meistens von einer Astwunde aus. Als Zeichen der beginnenden ersten Zersetzung beobachtet man auf der Grenze des gesunden und kranken Holzes eine rothbraune Färbung, welche in Folge der Bräunung des Inhalts der parenchymatischen Zellen entstanden ist. Sehr schnell wird diese Färbung in eine graugelbe umgewandelt und zwar in der Regel zunächst das Frühlingsholz jedes Jahresringes als gelben Streifen hervorhebend. Die Markstrahlen, insbesondere die grossen, behalten noch längere Zeit eine röthlich braune Färbung. Bei hohem Zersetzungsgrade verwandelt sich das

Frühlingsholz einzelner Jahresringe in eine weisse Pilzmasse. Die Auflösung der Zellwände beginnt mit der innersten Schicht der Innenwandung, die sich in eine gallertartige Substanz verwandelt, die mit Chlorzinkjod keine Blaufärbung zeigt. Später zerfliesst die ganze Innenwand in Gallerte und erst nach Auflösung derselben wird auch die Aussenwand resorbirt. Das zersetzte Holz zeigt nur ganz geringe Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung, der Kohlenstoffgehalt ist von 48,2 auf 48,92 %, der Sauerstoffgehalt von 45,29 auf 45,14 % gesunken, während der Wasserstoffgehalt von 5,47 auf 5,94 gestiegen ist. Die Löslichkeit in verdünntem Ammoniak ist die gleiche wie von gesundem Eichenholz.

Telephora perdix. Bei dem Eichenholz verlässt dieser ziemlich häufig vorkommende Pilz die in der Praxis mit dem Namen Rebhuhn, Rabhuhn, Raphuhn, Rebhorn und Rehbund bezeichnete Krankheit des Holzes. Dem eigenthümlichen Auftreten von weissen Flecken auf braunem Grunde, wodurch das Holz im Aussehen eine entfernte Aehnlichkeit mit dem Rebhuhngefieder besitzt, verdankt die Zersetzungserscheinung ihren Namen. Die Infection des Baumes erfolgt nach R. Hartig vermuthlich nur von der Wurzel aus, doch kann dieselbe auch von Astwunden ausgehen.

Diese Zersetzungserscheinung charakterisirt Hartig[1] in folgender Weise:

„Oft sieht man die Zersetzung in mehr oder weniger geschlossenen Ringen (eine Art von Mondringigkeit) auftreten, in der Spaltfläche also in Form schmaler dunkler Streifen, in der Regel aber war das erkrankte Holz durchweg bis auf die Schleimschicht gefärbt. Auf diesem dunkeln Grunde treten nur weisse Flecken in mannigfach verschiedener Anordnung und Grösse auf. Am häufigsten sind die weissen Flecken radial gruppirt. Die Flecken verwandeln sich meistens sehr schnell zu scharf umränderten Höhlungen mit schneeweisser Wandbekleidung. Der ganze Holzkörper ist in diesem Falle von der Grösse allmählich zunehmender Löcher gleichmässig durchfressen. Sehr häufig beschränkt sich das Auftreten der weissen Flecke resp. Höhlungen auf eine Anzahl mehr oder weniger weit von einander stehender Jahresringe.

Im letzten Stadium der Zersetzung bildet das Holz eine grosszellige Masse, bei der die Substanz der Wandungen die ursprüngliche Festigkeit beibehalten hat. Innerhalb der weissen Flecke und in den weissen Hohlwandbekleidungen findet eine Umwandlung der Holz-

[1] Die Zersetzungserscheinungen des Holzes. S. 103.

substanz zu Cellulose statt. Die Aussenwandungen lösen sich zuerst, dann die Innenwandungen auf. Die Stärkekörner verlieren ihren Granulosegehalt, nach der Aufsaugung der Granulose zeigen die Körner eine dickwandige Hülle, wahrscheinlich aus Cellulose bestehend, die sich allmählich verdünnt und auflöst. Die mehr grau gefärbten Wandungen der älteren Höhlen des Holzes zeigen dagegen keine Umwandlung der Cellulose, dagegen Wanddurchlöcherung und eine gleichmässige Auflösung der inneren und äusseren Wandschicht."

Stereum hirsutum. Der durch diesen Pilz veranlasste Zersetzungsprocess tritt sehr häufig auf. Stets geht die Verbreitung des Pilzes von den Aesten aus und verbreitet sich von da aus gewöhnlich in gewissen Jahrringszonen, die dadurch eine dunkelbraune Färbung erhalten. Das in der Spaltfläche braun gefärbte Holz lässt im Querschnitt braun gefärbte Mondringe erkennen, die meistens die Breite von mehreren Jahresringen einnehmen. Bei weitergehender Zersetzung werden die braunen Ringe gelb oder schneeweiss, so dass auf der Spaltfläche theils weisse, theils gelbe Streifen erscheinen, die beiderseits von dunkelbraunen Bändern eingefasst sind. Man bezeichnet in der Praxis derartiges Holz als gelb- oder weisspfeifig.

Im Querschnitt erscheinen die weissen Flecke peripherisch geordnet (Fliegenäste), die durch seitliche Verbreitung zu geschlossenen Ringen sich umgestalten. Sehr häufig wird der innerste Kern zuerst in eine aus gelben und weissen Theilen bestehende Masse, dann schliesslich in eine weisse Mycelmasse umgewandelt.

Der Pilz tritt als Parasit wie als Saprophyt auf. Als Saprophyt zersetzt er die bei Aesten zurückbleibenden Astreste in eine weisse Pilzmasse. Zuweilen verbreitet derselbe sich in einer anderen Form, indem er die ganze Holzmasse gleichmässig zersetzt. Der Zersetzung innerhalb der weissen Stellen geht die Umwandlung der Holzsubstanz in Cellulose voran, dagegen wird das gelbweisse Holz nicht in Cellulose verwandelt. Die Elementaranalyse des gelbweissen Holzes von Schütze ausgeführt ergab eine sehr geringe Verschiedenheit in der Zusammensetzung von gesundem Holz. Der Kohlenstoffgehalt hatte sich von 49,24 auf 48,70 vermindert, der Sauerstoffgehalt von 45,29 auf 45,50 vermehrt. In verdünntem Ammoniak waren 12,6% löslich, während von gesundem Holz 15,34% löslich sind.

Ausser den eben beschriebenen Pilzen werden folgende noch nicht näher studirte Pilzarten von Hartig aufgeführt:

Fistulina hepatica Fr., der Leberpilz, durch welchen das lange Zeit hindurch festbleibende Holz tief rothbraun gefärbt wird, ohne wie bei Polyporus ignarius Spalten oder Mycelbildungen zu zeigen.

Polyporus fomentarius, leichter Feuerschwamm. Der an Rothbuchen häufig vorkommende Pilz verursacht bei Eiche eine Art Weissfäule.

Daedalea quercina Pers., zerstört als Saprophyt alte Eichenstöcke, verbaute Eisenbahnschwellen etc. Der Pilz veranlasst eine graubraune Zersetzung des Holzes mit reichlicher Mycelentwickelung in den Spalträumen.

Der Hausschwamm Merulius lacrimans Tr., auch Merulius destruens Pers Boletus lacrimans Wolf[1], engl. Dry rot Merulius, franz. Merule pleureur, tropfender Aderschwamm oder Holzpilz genannt. Der Hausschwamm gehört den Hymenomyceten oder Hutpilzen an und ist als rein saprophitischer Pilz als der gefährlichste Feind des Holzes zu betrachten. Das Mycelium des Pilzes durchzieht das Holz mit weissen spinngewebeartigen Fäden, welche sich später zu dicken papierartigen Platten verflechten. Baumgarten[2] beschreibt die Entwickelung nach einem von ihm beobachteten Fall in folgender Weise. Das von dem Pilz befallene Holz schien in der Mitte anfangs noch gesund, nach dem äusseren Ende zu war es roth gefärbt und feucht; weiter zeigten sich kleine weisse Punkte, die, dem Schimmel ähnlich, immer häufiger wurden und schliesslich in einander fliessend sich zu einem Gewebe weisser Fäden und Aeste in Fächerform gestalteten. Demnächst sah man den üppig entwickelten Pilz in Gestalt eines zweiten schneeweissen Flaums, etwa 45 Mm. hoch, von welchem an der unteren Fläche des Holzes ebensolche flaumartige weisse Zapfen von Längen bis zu 177 Mm. herabhingen. Dieser flaumartige Pilz zeigte sich bedeckt mit kleinen Tropfen einer durchsichtigen Flüssigkeit. Noch näher dem Ende des Holzes war dieser Flaum augenscheinlich ausgetrocknet und hatte sich in ein festes Gewebe der Myceliumstränge von weisser, brauner und schwarzer Farbe umgewandelt, unter welchen das Holz trocken, vielfach geritzt und morsch war. Ganz am Ende sah das Holz wie verkohlt aus, war schwarzbraun von Farbe, vollständig trocken, der Breite und Länge nach mit Rissen und mit Ueberresten ebenfalls zerstörten Pilzgewebes bedeckt und liess sich zwischen den Fingern zerreiben. An einigen Holztheilen waren die flaumartigen Pilze gar nicht vorhanden, statt dessen nur dicke, verzweigte, weisse, filzige, 2,5 Mm. lange Adern, die von feineren Fäden überdeckt und durchwebt waren.

---

[1] R. Bentley hält nicht den Merulius lacrimans für die Ursache des Dry rot, sondern Polyporus destructor.

[2] Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 233.

Nach einem sehr treffenden Vergleich von Schacht erinnert der reife Pilz an die Reliefkarte irgend einer vulkanischen Insel. Die mit

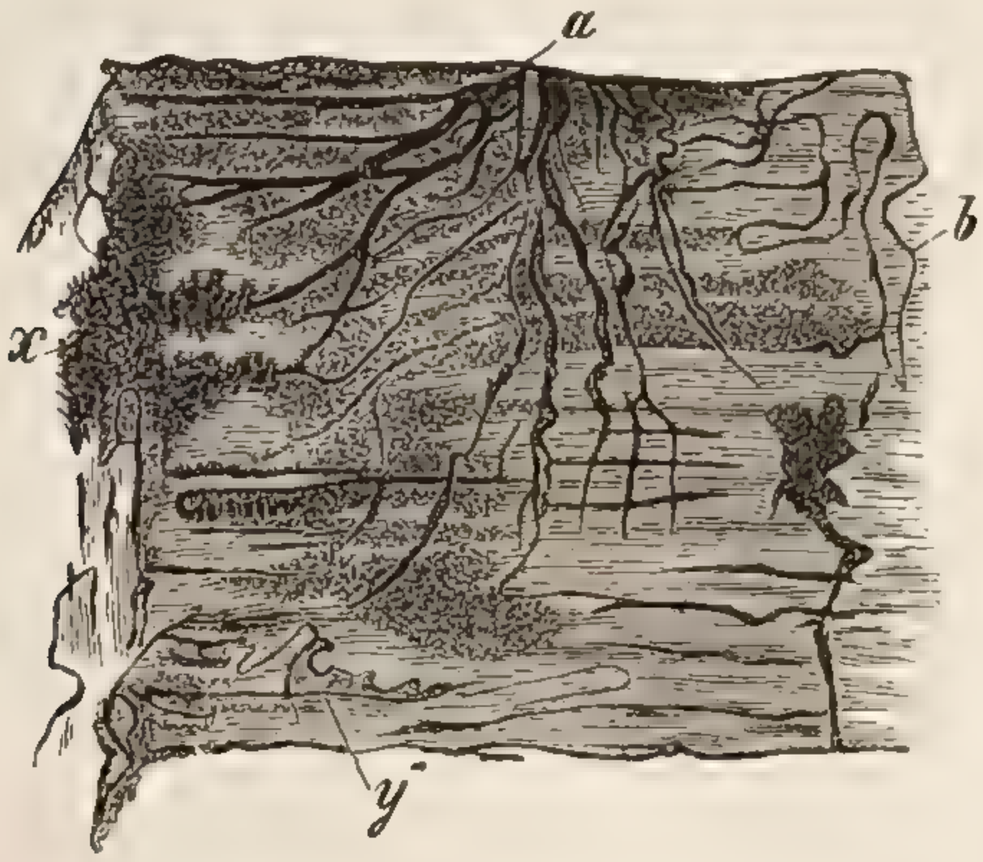
Fig. 1.

Basidien besetzten Erhöhungen verfliessen in einander in Form von Ringen, Vertiefungen, Thälern etc., was die Aehnlichkeit noch entsprechender macht.

Fig. 1 veranschaulicht in natürlicher Grösse die Hälfte eines jungen Exemplares von Merulius lacrimans nach Sarôkin.[1]

Fig. 2 veranschaulicht in natürlicher Grösse ein Stück eines Brettes, auf welchem sich das Mycelium eines Merulius entwickelt hat. a Myceliumfäden, welche dem Holz eine gelbe Färbung verleihen, b aus den Fasern entstandene Stränge, x dunkelgefärbte Flecken

Fig. 2.



in den Spalten und Vertiefungen des Brettes, welche von entwickeltem Colletosporium (Blaufäule) bedingt werden, y Torula in Gestalt von schwarzen Pünktchen.

Fig. 3.

Fig. 3 stellt ein Bild in natürlicher Grösse von Myceliumsträngen von der Oberfläche eines Brettes dar.

Fig. 4 zeigt bei 600facher Vergrösserung Fasern, die sich verzweigen, durch Querwände getheilt sind und an ihren Enden zu Basidien b verdickt sind. Links ein Basidium mit Sporen, rechts ein Basidium mit kleinen Stielen, welche nach den abgefallenen Sporen zurückgeblieben sind.

Fig. 5 zeigt bei 600facher Vergrösserung Sporen von Merulius.

Fig. 6 zeigt bei gleicher Vergrösserung Myceliumfäden aus anscheinend gesundem Fichtenholz. Die Fäden sind entweder braun gefärbt oder (in der Jugend) farblos und schnüren runde Zellen ab. Diese Zellen erscheinen zu 2 oder 4 vereinigt (c) oder sitzen einzeln, a einzelne Zellen, b junge ungefärbte Zellen.

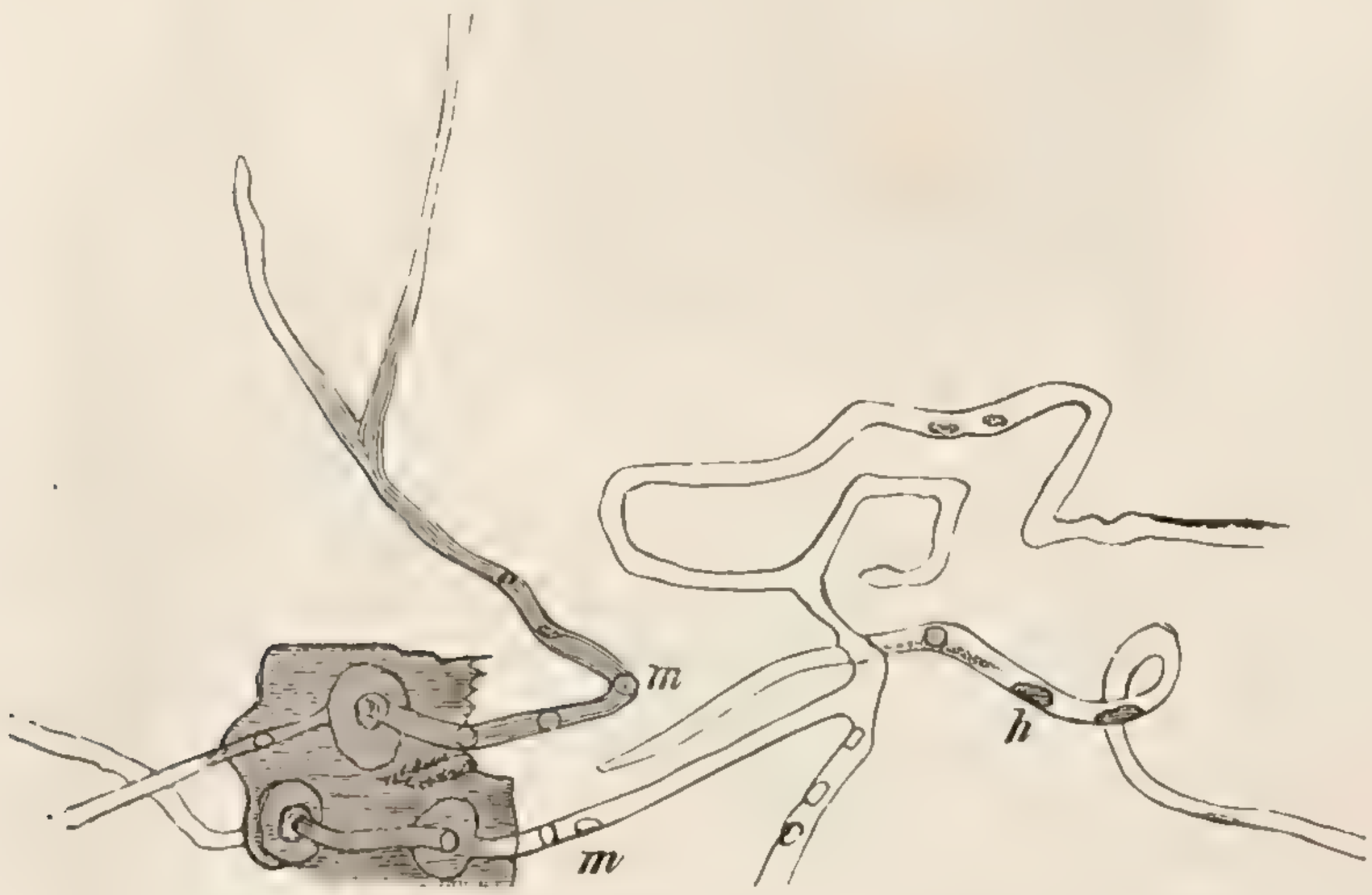
---

[1] Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 36.

Bei örtlichen Hindernissen oder mangelndem Flächenraum bildet der Merulius schmale bis zu 25 Mm. breite Bänder oder bis zu 15 Mm. dicke Stränge, welche sich durch alle Fugen, selbst durch Kalk zwischen den Ziegeln rasch von dem Keller nach den oberen Stockwerken verbreiten. An freien Stellen tritt das Mycelium zu Tage und entwickelt dann an dieser Stelle das Fruchtlager.

Die Form des Fruchtlagers gestaltet sich, den äusseren Umständen entsprechend, oft sehr verschieden. Aus dem Fruchtlager erheben sich rundliche warzenartige, 4 Mm. bis 12 Mm. grosse Stellen, welche netzförmige Adern bilden, sich in der Mitte gelb färben und Sporen oder Rinnen entleeren. Allmählich vergrössern sich diese Stellen, fliessen

Fig. 4.



zusammen und bilden rundliche, längliche Flächen, die sehr viel zimmtbraune Sporen absondern.

Aus bandförmig dazwischen hervordringendem Mycelium entsteht ein viel dickeres Fruchtlager. Anfänglich ist dasselbe mit einem schimmelartigen zarten Flaum überzogen, dann färbt es sich gelblich bis rosenroth. In der Mitte entsteht jene netzförmige, mit Sporen erfüllte Schicht Hymenium. Die Sporen entstehen stets an solchen Stellen, die etwas trockner und dem Licht etwas ausgesetzt sind. Je fester das Gewebe der Myceliumfäden sich gestaltet, desto mehr verliert es seine ursprünglich flaumartige Form und es zeigen sich etwa am 5. Tage nach Entstehung des Pilzes die ersten Erhöhungen der Basialschicht. Zugleich beginnen die Hyphen, welche ebenso wie das Mycelium keine Neigung zeigen, sich durch

Querwandungen zu theilen und ihre äussersten Zellen (an der Spitze) zu verdicken, sich zu keilförmigen Basidien zu gestalten, aus denen vier Sporen hervorwachsen. Von den Rändern der reifen Fruchtträger tröpfelt eine wässerige, später milchig werdende Flüssigkeit von üblem Geruch ab, und daher hat auch der Pilz den Namen Thränenschwamm. Die Sporen werden bei der Reife mit grosser Energie oft meterweit vom Fruchtlager hinweggeschleudert.

Fig. 5.

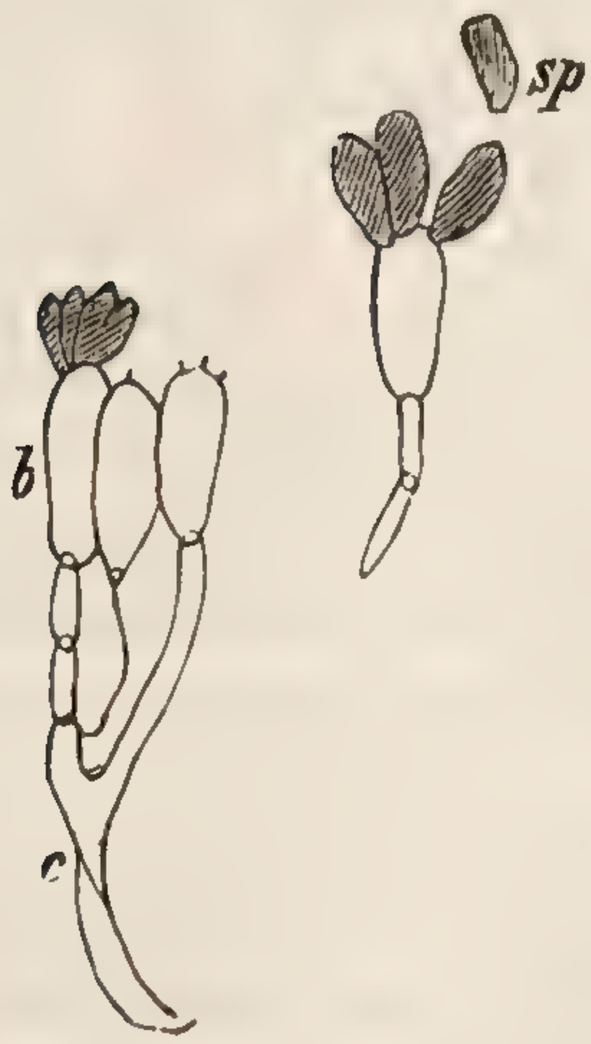
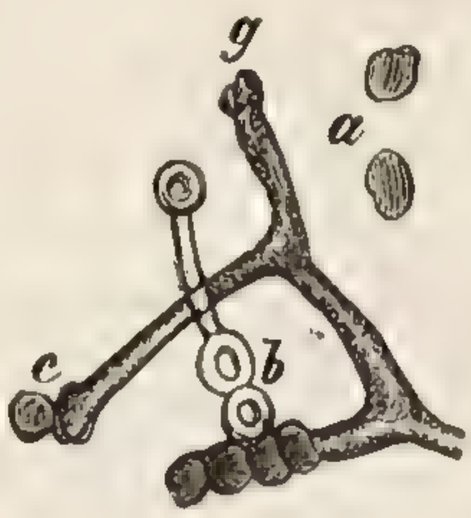
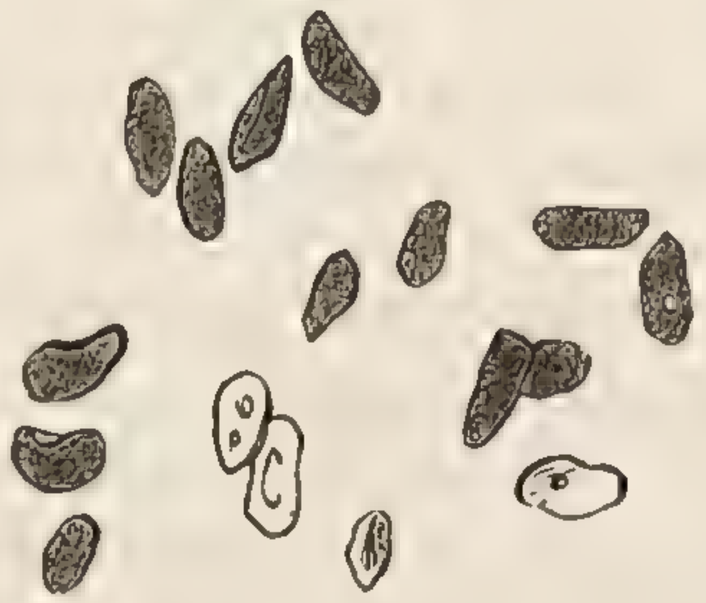


Fig. 6.





Die Grösse des Merulius variirt sehr mit dem Alter; man findet Exemplare, welche mehr als einen halben Meter Durchmesser, am Rande eine Dicke von 12—15 Mm., in der Mitte eine Dicke bis zu 25 Mm. haben.

Die Geschwindigkeit, mit der der Hausschwamm wächst, lässt sich ermessen aus einem von Krumbholz angeführten Beispiel.[1] In einer Spalte der Diele war bei Beginn der Beobachtung kaum der Rand des Merulius zu sehen und nach 48 Stunden war er bis zu 200 Mm. hervorgewachsen, obgleich das Gewebe dick und fest war.

Man trifft den Merulius nicht allein unter dem Fussboden, an der unteren Fläche der Fussbodenbretter, an Balken. wie vielfach

[1] Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 236.

angenommen wird, sondern er gedeiht auch ausgezeichnet, indem er sich an den Wänden verbreitet, hinter grossen, schweren Möbeln, die oft jahrelang nicht von der Stelle gerückt wurden, dieselbe allmählich mit einer leichten Decke umhüllend. Die Gegenwart des Pilzes verräth sich meistens durch den widerwärtig faulen Geruch.

Der Aufenthalt in Räumen, wo sich der Merulius eingenistet hat. soll nach Jahn[1] der Gesundheit schädlich sein. Die kleinen Sporen, welche bei der leisesten Bewegung der Luft sich von der Oberfläche des Pilzes als kleine Wolkchen erheben, gelangen in die Riech- und Athmungsorgane und sollen unangenehme Geruchsempfindungen und krankhafte Anfälle verursachen. Als Symptome derartiger Anfälle führen Jahn und Andere vorzugsweise allerhand nervöse Zufälle, wie Kopfschmerz, Schwindel. Affectionen der Schleimhäute des Halses, Bildung von Schwämmchen, Aphthen in der Mund- und Rachenhöhle, nervöse Fieber, Asthmen, erschwertes Schlucken, Uebelkeit etc. an.

Auf welche Art und Weise der Pilz die Zerstörung des Holzes bewirkt, ist noch nicht ganz aufgeklärt. Die Myceliumfäden des Pilzes dringen nur in seltenen Fällen in das Innere der Holzzellen. Wahrscheinlich wirken die flüssigen Absonderungsproducte zunächst chemisch verändernd auf die Holzfaser und führen die Letztere in lösliche, dem Pilz zur Nahrung dienende Verbindungen über. Durch den Lebensprocess des Pilzes werden die aufgenommenen Nährstoffe theils zur Vermehrung und Fortpflanzung verbraucht, theils verathmet oder verbrannt.

Die chemischen Veränderungen, welche das Holz bei der Zerstörung durch den Hausschwamm erleidet, suchte A. Wagner[2] festzustellen. Wir theilen die Resultate dieser Untersuchung mit.

Das durch den Hausschwamm zerstörte Holz war einem Balken des Wartesaals des Münchner Ostbahnhofes entnommen.

Das durch den Hausschwamm zerstörte Holz war zwischen den Fingern leicht zerreiblich, röthlich von Farbe und von zahlreichen Myceliumfäden durchzogen.

Mit heissen Wasser behandelt, liefert das Holz eine braumroth gefärbte Lösung, welche eine deutlich saure Reaction zeigt. In heisser Kalilauge war das zerstörte Holz nahezu völlig mit tiefbrauner Farbe löslich.

Die chemische Analyse gab folgende Resultate:

Wassergehalt 17,12 %
Aschengehalt 1,41 „

---

[1] Jahn, Hufflands Journal. Bd. LXII. St. VI.
[2] Dingler's polyt. Journal. Bd. 244. S. 342.

Aus 100 Gr. dieses Holzes gingen durch Kochen mit Wasser in Lösung: 0,05 Schwefelsäure, 0,007 Chlor. Nitrate waren abwesend. In der Asche des Holzes waren 1,54 Schwefelsäure enthalten.

Die Elementaranalyse des bei 100° getrockneten Holzes ergab:

		frei von Asche berechnet
Kohlenstoff	51,16	52,69
Wasserstoff	4,70	4,84
Sauerstoff und Stickstoff	41,24	42,47
Asche	2,90	100,00
	100,000	

Aus den Resultaten dieser Analysen zieht Wagner folgende Schlüsse:

Der Wassergehalt des zerstörten Holzes (17.12%) ist ziemlich höher, als lufttrockenes, gesundes Holz im Winter enthält (7,4%).

Der Aschengehalt (2,41%) ist etwas grösser als bei gesundem Fichten- und Tannenholz. Der höhere Aschengehalt erklärt sich dadurch, dass in Folge der Fäulniss die Holzsubstanz abgenommen hat, während die unorganischen Stoffe geblieben sind.

Der Gehalt an Schwefelsäure ist ein völlig normaler und wird nach Wagner dadurch bewiesen, dass die von Emmerich in der Zeitschrift für Biologie. 1882. Bd. XVIII. S. 373 (desgl. Journal. 1883. Bd. 247. S. 137) aufgestellte Behauptung, dass das Auftreten des Hausschwammes in den im Füllmateriale der Zwischenboden enthaltenen oder sich bildenden schwefelsauren Salzen seinen Grund hätte, falsch sei.

Bei den Resultaten der Elementaranalyse ist besonders der geringe Wasserstoffgehalt des zerstörten Holzes auffallend, welcher in der von Wasser und Asche freien Substanz nur 4,84%, während der Wasserstoffgehalt des gesunden Holzes unter gleichen Verhältnissen 6% beträgt.

Der Kohlenstoffgehalt (52,69%) ist merklich höher als der des gesunden Holzes (durchschnittlich 50%). Aus dem Umstand, dass das durch den Hausschwamm zerstörte Holz in Kalilauge beim Kochen sich mit tiefbrauner Farbe auflöst, kann man nach Wagner dahin deuten, dass dasselbe eine Aehnlichkeit mit der Rothkohle (d. h. eine bei höchstens 330° C. bereitete Holzkohle) hat, welche Letztere sich auch in kochender Kalilauge fast völlig mit tief braunrother Farbe auflöst. Die starksaure Reaction des wässerigen Auszugs soll nur daher rühren, dass sich eine merkliche Menge von organischen Säuren in Folge der Zersetzung der Holzsubstanz gebildet hat.

Mittel zur Bekämpfung des Hausschwammes.

Da wir bei der Beschreibung der einzelnen Conservirungsmethoden nicht speciell auf die Beseitigung und Verhütung von Holzkrankheiten, hervorgerufen durch Pilze, zu sprechen kommen, so wollen wir hier die Mittel anführen und einer kritischen Betrachtung unterziehen, welche man zur Bekämpfung des Hausschwammes, als des am weitesten verbreiteten und gefährlichsten Feindes des Bauholzes, empfohlen hat. Vorher wollen wir noch einige Bemerkungen über das Vorkommen des Hausschwammes voranschicken. Lange Zeit glaubte man, dass der Ursprung des Schwammes im Holze selbst zu suchen sei und durch Zersetzung Gährung vegetabilischer Säfte und Absonderung des Schleimes gebildet werde. Wie irrthümlich die Ansicht ist, bedarf keiner Widerlegung. Die eigentliche Heimath des Hausschwammes, wie der anderen im Holze vorkommenden parasitischen und saprophytischen Pilze ist der Wald. Von dort aus gelangt er mit dem Bauholz in unsere Wohnungen. Durch den Bauschutt, welcher häufig bei dem Neubau von Häusern zum Ausfüllen verwendet wird und in welchem die Pilzsporen sehr gut conserviren, wenn derselbe von mit dem Hausschwamm inficirten Gebäuden stammt, wird der Schwamm oft weiter verbreitet. Einige Sporen sind genügend, um unter geeigneten Bedingungen ein ganzes Gebäude zu inficiren. Eine grosse Anzahl von Mitteln sind schon seit langer Zeit zur Bekämpfung des Hausschwammes empfohlen worden. Wir wollen die wichtigeren in chronologischer Reihenfolge hier anführen.

Schon 1801 empfahl Dr. Jahn[1] als Mittel gegen den Schwamm Vitriollösung.

Krumbholz[2] rieth, das von dem Hausschwamm ergriffene Holz zu entfernen und durch Steinpflasterung, mit guter Ausfütterung der Hohlräume durch Kalk, welchem Eisenvitriol beigemischt ist, zu ersetzen. Dieses Mittel kann nur dann Wirksamkeit haben, wenn mit dem vom Schwamm ergriffenen Holze gleichzeitig alle Pilzsporen entfernt werden. Der Kalk wird zur Trockenlegung sehr nützlich sein, während das Eisenvitriol absolut unnöthig ist. Zur Verhütung des Schwammes empfiehlt Krumbholz, das neu und trocken eingebaute Holzwerk, besonders an den Stellen, an welchen der Holz-

---

[1] Synopis fungorum. 1801. Pars prima. p. 497. Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 236.

[2] Naturgetreue Abbildung und Beschreibung der essbaren und schädlichen Schwämme. Heft 6. S. 20. Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 236.

schwamm gern zum Vorschein kommt, heiss mit Oelfirniss, resp. einer Auflösung von Colophonium in Leinölfirniss zu überstreichen, die Räume zwischen den Balken und Brettern mit Kohlenpulver und trocknem Schutt auszufüllen und für mässigen Luftzug zu sorgen.

Lenz[1] empfiehlt, wenn der Hausschwamm sich bereits eingenistet hat, als das beste Mittel eine gute, nachhaltige Ventilation. Ist aber eine solche nicht möglich, so soll das angefaulte Holz entfernt, durch gesundes ersetzt und die betreffende Stelle mit Asphalt und Cement übergossen werden. Für Fälle endlich, in denen der Schwamm noch nicht tief in das Holz eingedrungen ist, soll sich das Begiessen des erkrankten Balkens mit einer Carbolsäurelösung als ein empfehlenswerthes Mittel erweisen.

Um das Eindringen des Schwammes in ein Gebäude zu verhüten, macht Lenz folgende ganz zweckmässige Vorschläge:

a) Der zum Ausfüllen in Gebäuden verwendete Sand soll völlig trocken sein. Noch zweckmässiger als Sand soll die Verwendung von Steinkohlenasche sein.

b) Der zur Unterfüllung verwendete Schutt soll keine Holzsplitterchen oder Strohhälmchen enthalten, weil diese leicht zur Entstehung des Pilzes Veranlassung geben oder Träger der Sporen sein können.

Um die in dem Holze enthaltenen Pilze zu tödten, empfahl Schacht, vor der Verwendung des Holzes die Balken oder Bretter in Wasserdampf von 100^0 zu erhitzen. Dieser nach unserer Ansicht sehr beachtenswerthe Vorschlag würde sich mit geeigneten Apparaten billig und leicht ausführen lassen.

Zahlreich sind die chemischen Substanzen, welche man zur Bekämpfung des Hausschwammes empfohlen hat. Sobald von einer chemischen Verbindung festgestellt war, dass sie antiseptische Eigenschaften habe, wurde sie, ohne dass man vorher einen praktischen Versuch anstellte, früher oder später als Mittel gegen den Schwamm empfohlen. Manche dieser chemischen Substanzen, welche man schon früher zur Vertilgung des Schwammes empfohlen hatte, wurden von einem speculativen Kopfe unter einem hochklingenden Namen, beispielsweise Mycothanaton (Pilztödter), Antimerulion etc. als unfehlbares Mittel gegen den Hausschwamm angespriesen. Mycothanatonpräparate wurden von O. Herrmann[2], Pollack[3] in Hamburg,

---

[1] Die Schwämme. 1874. S. 157. Zeitschrift für Bauwesen. 1863. S. 237.

[2] Just, Jahresbericht. 1877. S. 869.

[3] R. Gottgetreu, Baumaterialien. 1880. Bd. I. S. 539.

Miller[1] in Hessen und Vilain & Co. in Berlin hergestellt. Die drei ersten Präparate enthalten als Hauptbestandtheile Eisenoxyd und Thonerde, schwefelsaures Kupferoxyd, schwefelsaure oder salzsaure Magnesia, Glauber und Kochsalz, auch Chlorcalcium und Quecksilberchlorid. Das von Vilain & Co. in den Handel gebrachte Präparat besteht nach einer Analyse von Jegel[2] im Wesentlichen aus einer mit Schwefelsäure versetzten und mit Lakmus roth gefärbten Kochsalzlauge, letztere ist wahrscheinlich ein Abfallproduct der Stassfurter Kalisalzfabriken. Ein Liter des untersuchten Mycothanatons enthielt 147 Gr. Schwefelsäure und 250 Gr. Kochsalz. Die Herstellungskosten pro Liter würden bei Verwendung englischer Schwefelsäure und Viehsalz 6 Pf. betragen. Würde man reine Schwefelsäure, die gewöhnliche Kammersäure und statt Viehsalz die Abfalllauge der Kalifabriken verwenden, so liesse sich das Mittel noch billiger herstellen. Die Firma Vilain & Co. verkaufte 1875 das Liter Mycothanaton zu 1 Mk. 50 Pf. Das vorher erwähnte von J. Hermann in Berlin in den Handel gebrachte Mycothanaton, soll nach einer Untersuchung von M. Ballo[3] wesentlich aus schwefelsaurer Magnesialauge bestehen, der etwas rohe Salzsäure und Kupfervitriol zugesetzt sind. Das von Zerener[4] patentirte Mittel Antimerulion besteht, wenn es im trocknen Zustande zur Umhüllung von Balken etc. als vorbeugendes Mittel verwendet wird, aus Infusorienerde, welche mit 6% Kochsalz und 3% Borsäure imprägnirt ist. Zur Beseitigung des Schwammes verwendet Zerener eine Flüssigkeit, welche aus Wasserglas besteht, 6% Kochsalz und 7% Borsäure, oder statt Letzterer weitere 3% Kochsalz. Die Anwendungsweise der beiden mit gleichem Namen Antimerulion bezeichneten Mittel besteht im Bestreichen der Hölzer mit der Lösung und in der Umhüllung der bestrichenen, bez. auch unbestrichenen Hölzer mit einer Lage imprägnirter Kieselguhr.

Nach Gottgetreu[5] beruht die Wirkung der meisten Schwammvertilgungsmittel auf dem Kochsalzgehalt. Derselbe empfiehlt als das beste Mittel, eine Lauge, welche in 1 Liter 250 Gr. Kochsalz und 187 Gr. Schwefelsäure enthält.

Die Verwendung von Kreosot wurde von Berkeley und von verschiedenen Anderen empfohlen.

---

[1] Paul Dorn, Der Haus- und Gebäudeschwamm. S. 121.
[2] Jegel, Deutsche Bauzeitung. 1876. S. 171. Wagner's Jahresbericht. 1876. S. 1093.
[3] M. Ballo, Dingler's Journal. B. 222. S. 284.
[4] H. Zerener, Industrieblätter. 1878. S. 305.
[5] R. Gottgetreu, Baumaterialien. Bd. I. S. 539.

M. Hochberger[1], Keller[2] und Luerssen[3] sollen Petroleum besonders zur Vertilgung des Schwammes empfehlen. Das von dem Schwamm ergriffene Holzwerk soll mit Petroleum bespritzt oder angestrichen werden. Wegen der Feuergefährlichkeit des Petroleums kann dieses Mittel nur mit der grössten Vorsicht angewendet werden.

Nach K. F. Baumgarten[4] soll schweflige Säure in Dampfform, auf erkranktes Holz wirkend, die Entwickelung des Myceliums und Ausbildung der Sporen hindern.

Prof. Sorokin[5] in Kasan theilt folgende Resultate aus seinen nicht abgeschlossenen Versuchen über die Tödtung des Hausschwammes mit:

1. Zugluft vertilgt den Hausschwamm binnen 24 Stunden. Bezügliche Versuche wurden in einem Treibhause ausgeführt. Am folgenden Tage hinterliess der Schwamm eine verdorrte, runzelige, dunkelbraune Masse.
2. Auch das Licht ist der Entwickelung des Merulius sehr hinderlich. Wird der Schwamm zu gleicher Zeit der Einwirkung des Lichtes und der Zugluft ausgesetzt, so vertrocknet er binnen wenigen Stunden.
3. Das Begiessen des Holzes mit Kochsalz verhindert das Auftreten des Hausschwammes. Je concentrirter die Lösung um so nachhaltiger ist seine schützende Wirkung.
4. Eine (besonders concentrirte) Kupfervitriollösung ist der Kochsalzlösung vorzuziehen.
5. Carbolsäure tödet den Merulius sehr schnell.
6. Gewöhnlicher Birkentheer ist ein durchaus wirksames Mittel gegen den Hausschwamm. Durch Bestreichen der Balken der inneren Fläche der Fussbodenbretter mit demselben wird fast sicher dem Auftreten des Schwammes vorgebeugt. Die grosse Billigkeit des Materials und die Einfachheit seiner Verwendung machen den Birkentheer zu einem der bequemsten und billigsten Mittel zur Vertilgung des Hausschwammes.

Als besonders wirksames Mittel hat man noch die Sodarückstände empfohlen. Das in denselben enthaltene Schwefelcalcium wird hier das wirksame Agens sein.

---

[1] Deutsche Industriezeitung. 1873. No. 27.
[2] Verhandlungen d. naturf. Vereins in Brünn. 1877.
[3] Medic. Parmac. Botanik. I. S. 342.
[4] Zeitschrift für Bauwesen. 1883. S. 238.
[5] Daselbst.

Die hier aufgeführten, von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebrachten chemischen Substanzen zur Vertilgung des Hausschwammes können nur dann mit mehr oder weniger Erfolg angewendet werden, wenn der Pilz noch nicht in das Holz eingedrungen ist. Erfolgt die Anwendung erst nach Bildung des Fruchtlagers, so ist die Anwandung dieser Mittel überflüssig, da in diesem Stadium bereits das Holz durch das eingedrungene Mycelium des Pilzes zersetzt worden ist. Die Anwendung dieser chemischen Mittel wird nur dazu dienen, die Weiterverbreitung des Pilzes von einem Holzstück, Balken etc. auf ein anderes durch Abtödtung des Myceliums und der Sporen zu verhüten. Weit besser als durch chemische Mittel lässt sich nach Göppert[1] das aus dem inficirten Holze kommende Mycel durch Verbrennen mit einer Fackel vernichten.

Um Gebäude vor der Zerstörung durch den Hausschwamm zu schützen, verwende man, wie schon früher erwähnt, keinen alten Bauschutt, führe die Gebäude auf trockenem, von moorigen, verwesten organischen Stoffen freiem Grunde auf, als Ausfüllmaterial verwende man geglühten Sand oder Coaks, benutze zum Bauen nur trockenes Holz und sorge, was von grösster Wichtigkeit, dass die Holztheile durch zweckmässige, natürliche Luftcirculation trocken erhalten bleiben.

Apparat zur Trockenlegung feuchter oder frisch aufgeführter Gebäude von Stanislaus Kosinski[2] aus Warschau.

Um Räume, deren Holz mit Merulius lacrimans inficirt ist, rasch austrocken und dadurch der Weiterverbreitung des Hausschwammes erfolgreich in den Weg treten zu können, empfiehlt sich die Verwendung des Kosinski-Apparates.

Derselbe besteht aus zwei Theilen, 1) einer Lufterhitzungskammer, welche ähnlich einer Locomobile auf Rädern transportabel gebaut ist, die in dem zum Austrocknen oder zum Desinficiren bestimmten Raume aufgestellt, 2) einem Ventilator, der ausserhalb des betr. Raumes aufgestellt und nur mittelst Röhren durch entsprechend verdeckte Fenster oder Thüröffnungen mit dem Luftüberhitzungs-Apparat verbunden wird: Fig. 7 veranschaulicht dieses Arrangement.

Die von aussen bezogene Luft wird von unten in den Erhitzungskessel geführt, wo sie an der 10 Qm. grossen Heizfläche erhitzt wird, um sodann mittelst eines oben am Helm des Kessels mit Gelenkver-

---

[1] Göppert, Dingler's Journal. 221. S. 477.

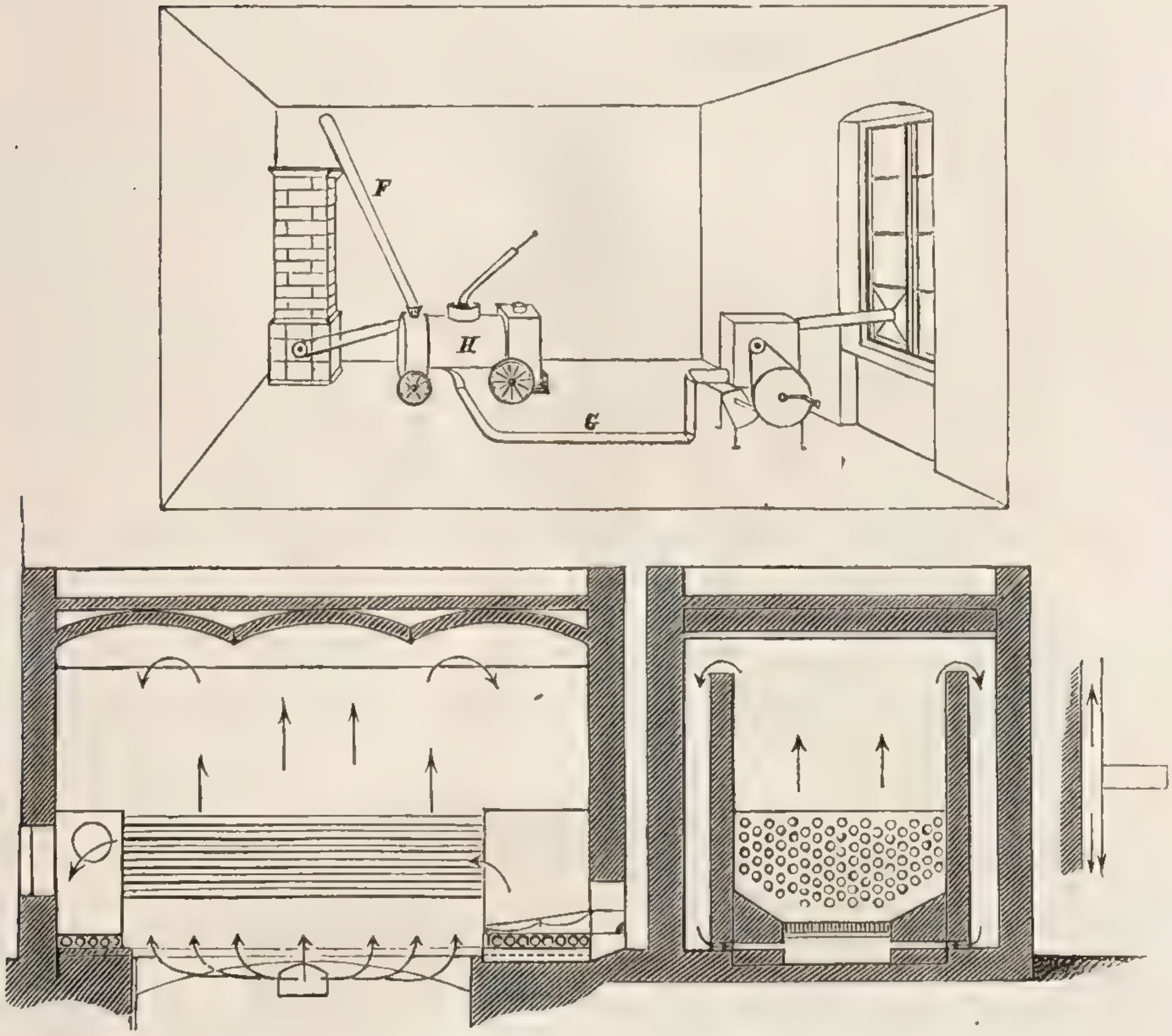
[2] Deutsche Bauzeitung. 1883. No. 64. S. 410.

bindung angebrachten Strahlrohres gegen die zu trocknende Wand oder einen anderen Gegenstand gerichtet zu werden.

Die trocknende Wirkung des Apparates macht sich in dreierlei Richtung geltend und zwar:

1. in der mechanischen Lufterneuerung, welche 30 Cb. pro Minute betragen soll,

Fig. 7.



2. in der Einwirkung der strahlenden Wärme des Heizapparates und
3. in der relativen Luftverdünnung.

Die Gesammtwirkung soll so gross sein, dass ein Apparat in 10 Stunden den Wänden 35 L. Wasser entzieht.

Auf Veranlassung des Kgl. Polizei Präsidiums zu Berlin wurde ein Versuch mit dem Apparate in einem Keller eines Neubaues angestellt, der — soweit bis jetzt bekannt — die günstige Meinung, welche man von dem Apparat in Folge seiner Construction hat, durch-

aus bestätigen dürfte. Nach unserer Ansicht dürfte sich die Anwendung dieses Apparates empfehlen, wo, wie wir Eingangs schon erwähnt, Merulius lacrimans sich eingenistet hat, denn Trockenheit und Lufterneuerung verhindern im hohen Grade die Entwickelung des Pilzes.

Fig. 8 und 9.

Zerstörung des Holzes durch Insecten.

Sehr viele Holzarten werden, da sie verschiedenen Insectenarten, namentlich Käfern, als Nahrung und Aufenthaltsort dienen, von diesen zerstört. Fälschlich werden die das Holz fressenden Insectenlarven mit dem Namen Holzwürmer bezeichnet, obwohl sie mit den eigentlichen Würmern, ausser einer gewissen äusserlichen Formähnlichkeit, nichts zu thun haben.

Die in und auf dem Holze lebenden Insecten können entweder das frühzeitige Absterben des Baumes herbeiführen, und diejenige Klasse von

Insecten, die dies bewirkt, wird namentlich von den Forstmännern gefürchtet, oder sie beginnen erst ihre zerstörende Thätigkeit, nachdem das Holz gefällt und schon einige Zeit verarbeitet ist.

Von den vielen Insecten, welche das Leben der Bäume gefährden, interessiren uns für unsere Aufgabe nur die, welche die Zerstörung des Holzes herbeiführen.

Prof. Taschenberg[1] theilt die Holzfeinde in zwei Gruppen ein:

1. in solche, welche das noch im Saft stehende, lebende Holz bewohnen und bei dessen späterer Verarbeitung erst zum Vorschein kommen, aber niemals das trockene Holz angreifen,

Fig. 10.

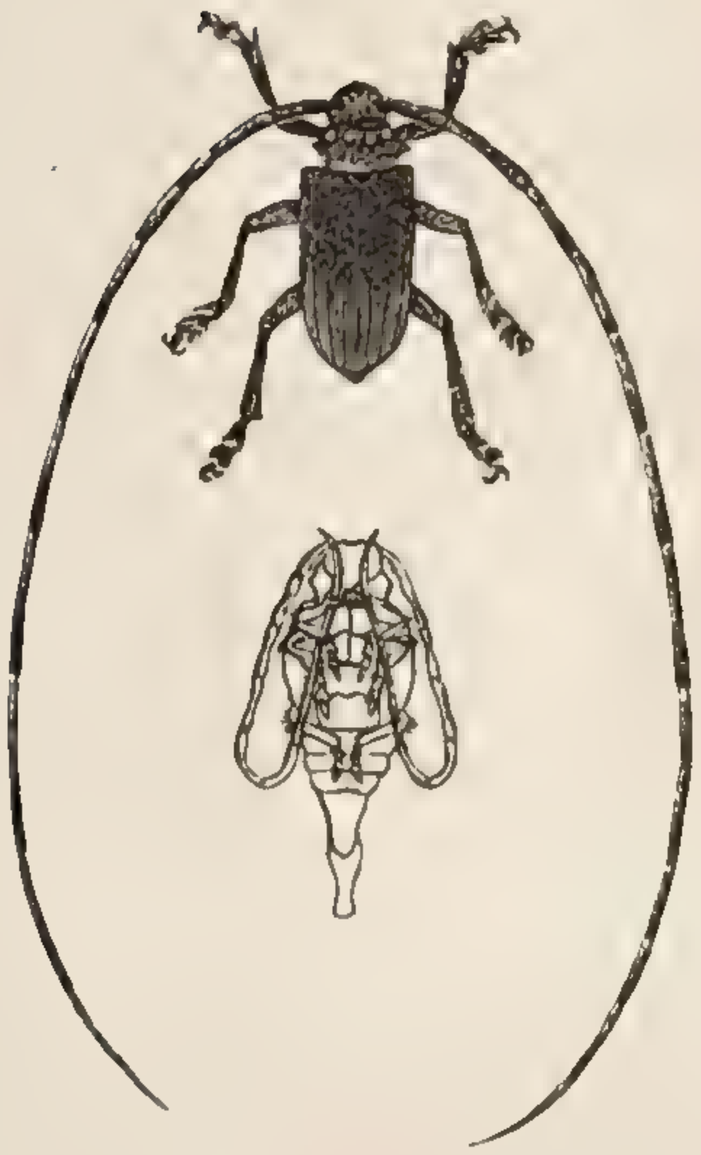


Fig. 11.

2. in solche, welche nur das trockene Holz bewohnen und namentlich das gelagerte und verarbeitete Holz zerstören.

Die erste Gruppe von Holzfeinden legen grosse Bohrlöcher in dem Holze an, und Taschenberg bezeichnet sie daher mit dem Namen grosse Holzfeinde. Zu den grossen Holzfeinden gehören die Larven dreier Insectenordnungen, der Käfer, der Hautflügler und der Schmetterlinge.

Von einer grossen Käferfamilie Cerambycide oder Longicornia (Langhörner), zu welcher der bekannte Bockkäfer gehört, leben die Larven der meisten Arten auf Holzgewächsen.

---

[1] Was sind Holzwürmer? S. 2. (Halle, Verlag von W. Knapp. 1883.)

Die grösste Art dieser Familie ist der Heldbock, Spiessbock, Cerambyx cerdo, jetzt unter dem Namen Hammaticherus cerdo genannt. Nebenstehende Figuren geben ein Bild des Käfers und der Larve.

Die 3 bis 4 Jahre alt werdende Larve verursacht anfangs breite, flache, vielgewundene Gänge im Eichenbaume, welche mit festem Wurmmehl angefüllt, unter der Rinde sind; später dringt die grösser gewordene Larve tief in das Holz ein und bohrt unregelmässig geschlängelte, manchmal sehr breite Gänge. Eine Anzahl von Larven bewohnt gewöhnlich einen Stamm und macht diesen in wenigen Jahren für technische Zwecke unbrauchbar. Die ausgewachsene Larve wird bis 80 Mm., der Käfer 44 Mm. lang.

Eine zweite, viel kleinere, aber an vielen Holzarten, z. B. Buchen, Eichen, Apfel- und Kirschbäumen, vorkommende Art ist Hammaticherus heros, der Handwerker, früher auch Cerambyx cerdo genannt.

Fig. 12.

Fig. 13.

Die Larve dieser Käferart bohrt in gleicher Weise, wie die vorher angegebene Art, Löcher in das Holz.

Der Zimmerbock, Astynomus aedilis L., auch Acanthocinus (Fig. 10), bewohnt als Larve die Kiefer, zuweilen auch die Fichte. In noch stehenden Bäumen hält sich die Larve vorwiegend unter der Rinde auf und dringt später, namentlich in liegenden Stämmen, tiefer in das Holz ein.

Der Fichtenbockkäfer, Tetropium luridum (Fig. 11), früher auch Isarthron lur. oder Criomorphus luridus genannt, lebt im Larvenzustande wie die vorhergehenden im Nadelbaume, besonders in der Fichte. Anfangs lebt die Larve nur im Baste, später bohrt sie breite unregelmässige Gänge, die mit Koth und Nagespänen gefüllt sind, in das Holz.

Tetropium fuscum, eine andere, nahe verwandte, etwas gestrecktere Art, lebt als Larve in gleicher Weise, kommt aber selten vor.

Neben den Bockkäferarten wollen wir noch einige andere Käferarten, deren Larven in der Form den vorhergehenden Larven gleichen und in gleicher Weise in dem Holze leben, kurz hervorheben.

Der grosse Kiefern-Prachtkäfer, Chalcophora Mariana L. (Fig. 12), lebt in den Kieferwaldungen der norddeutschen Ebenen. Die Larve gleicht den Bockkäferlarven und lebt in Kieferstöcken und abgestorbenen Stämmen.

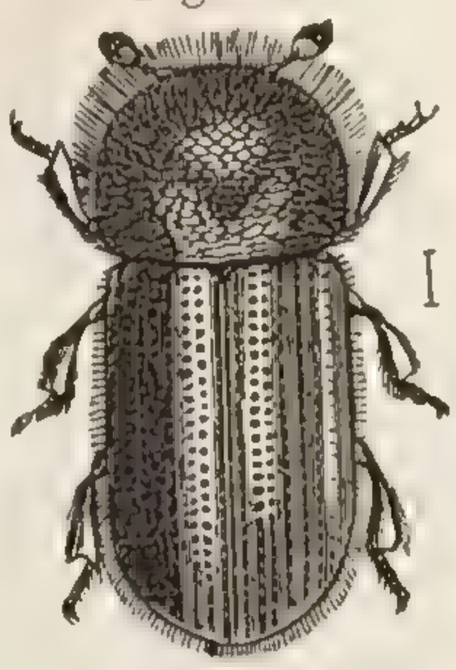
Die Larve des Linden-Prachtkäfers, Lampra rutilans, gleicht den vorhergehenden Larven und lebt vorzugsweise in alten Lindenstämmen, zuweilen auch in Rüstern und Erlen. Quergestreifte Fluglöcher verrathen die Wohnstätte des Käfers.

Von den Borkenkäfern, Bostrichiden, sind nur zwei von den vielen Arten, welche in das Holz dringen, die Uebrigen bleiben an der Oberfläche. Ihre Gänge unterscheiden sich nach Taschenberg wesentlich dadurch von den seither betrachteten,

1. dass die Gänge viel enger sind,
2. dass die Gänge gradlinig verlaufen; sie gewähren in einem Längsschnitt des Stammes ungefähr nachfolgendes Bild:

Der Repräsentant der ersten ist der Nutzholzborkenkäfer, liniirte Nutzholzkäfer, Xyloteres lineatus Oliv.

Fig. 14.



Der grosse Buchholzkäfer, Xyloteres domesticus, ist die zweite sehr verbreitete Art dieser Borkenkäfer. Die Larven dieser Käferart kommen nicht nur in Nadelhölzern, sondern auch in Laubhölzern, besonders Rothbuche, vor.

Ausser diesen Käfern ist eine zu den Hautflüglern (Hymenoptera) gehörige Insectenfamilie, die sog. Holzwespen, als gefährliche Feinde des Holzes zu betrachten.

Die Weibchen dieser Holzwespen bohren mit ihrem Legestachel oder Legeapparat bis 18 Mm. Tiefe in Stämme ein und legen ein Ei in die Höhle. Die Larve bohrt nach der Ausschlüpfung aus dem Ei einen anfangs nadelfeinen Gang, der mit dem Wachsthum allmählich erweitert wird und in kreisförmigen oder unregelmässigen Schraubenwindungen verläuft. Die bekanntesten Arten dieser Familie sind die gemeine Holzwespe (Kiefernholzwespe, Sirex juvencus) und die Riesen- oder Fichtenholzwespe Sirex gigas.

Von den in dem Holze lebendend Schmetterlingsraupen wollen wir folgende wichtige Arten hervorheben. 1. Der Weidenbohrer,

Cossus ligniperda L., lebt als Raupe in Weiden, Pappeln, Ellern, Linden, Rüstern, Eichen, Apfel- und Birnbäumen. Die ausgewachsene Raupe wird 90 Mm. lang und 18 Mm. breit. Bemerkenswerth bei dieser Raupe ist, dass sie nach Holzessig riecht und eine ätzende Flüssigkeit aus dem Maule spritzen kann.

Das Blausieb, Zeuzera Aesculi L., lebt als Raupe bohrend in verschiedenen Laubhölzern, vorzugsweise in Eschen, Apfel- und Birnbäumen.

Der Hornissenschwärmer, Sesia apiformis L., neuerdings Trochilium apiforme genannt, ist die Raupe einer zierlichen Schmetterlingsfamilie, der man den Namen Glasflügler beigelegt hat. Die Raupen

Fig. 15.

Fig. 16 und 17.

dieser Schmetterlingsfamilie leben in verschiedenen Holzgewächsen. Ihre Gegenwart in dem Stamme verräth sich, wie bei der Weidenbohrerraupe, durch den aus Bohrlöchern hervorquellenden Koth. Die kleinen Raupen dieser Schmetterlingsfamilie, wie Sesia asiliformis, Sciapteron tabaniforme, leben auf Pappeln, S. cynipiformis und conopiformis in Eichen, S. sphegiformis in Birken.

Die zweite Gruppe von Holzfeinden bezeichnet Taschenberg als kleine Holzfeinde. Sie greifen das Holz erst an, nachdem es vollkommen trocken, oft schon verarbeitet worden ist. Die Gänge, die diese Larven in das Holz bohren, sind zwar kleiner, aber ihre Zerstörungsarbeit durchaus nicht minder gefährlich, ja vielleicht noch schädlicher, da sie überall, wo sie angenehmes Material vorfinden, sich unbemerkt desselben bemächtigen und durch zahlreiche Bohrgänge

zerstören können. Wir wollen hier eine Stelle aus der eingangs erwähnten Brochüre von Prof. Taschenberg über die Zerstörung des Holzes durch die kleinen Holzfeinde citiren. Beobachten wir zunächst einmal die aus ungeschälten Fichtenstangen roh zusammengenagelten Umfriedigungen von Wiesen, Gärten, Schonungen der Wälder, die ähnlichen Zwecken dienenden, zierlich angeordneten Umfriedigungen der Gärten, die Lauben, Tische, Bänke, wie wir sie in den kleineren Städten und in den Dörfern unserer Gebirge antreffen. . . . Noch ehe Nässe und Sonne die Rinde zu lösen anfangen, kann man kleine runde Löcher wahrnehmen, welche hier vereinzelt, dort zahlreicher auftreten, kann man auf oder unter Tischen und Bänken Häufchen von Bohrmehl erblicken, die ein sichtliches Zeugniss von der stetig fortschreitenden Zerstörung im Innern des Holzes ablegen, kann man, wenn man nicht in lebendiger, vielstimmiger Gesellschaft erscheint, sondern sich im Vollgenusse der Waldeinsamkeit befindet, das Schrapen und unermüdliche Arbeiten der kräftigen Kinnbacken jener kleinen Zerstörer hören, die bis in das hundertste und tausendste Glied ihr Werk fortsetzen und schliesslich den ganzen Bau morsch und hinfällig machen. Diese Holzbohrer haben den Anfang gemacht, sie locken andere Insecten an, theils solche, welche bei ihnen schmarotzen, theils solche, welche nur die Gänge benutzen, um ihre Nester dort anzulegen, wie unzählige kleine. meist schwarze Grabwespen, . . . kurz, es betheiligen sich mit der Zeit eine Menge andere Insecten an der Zerstörung, die ursprünglich dem unbeschädigten Holze fern bleiben und deren Larven nicht zu den „Holzwürmern“ in unserem Sinne gerechnet werden können.

Fig. 18.

Nicht entrindete Hölzer, oder Hölzer, welche einen Oelfarben-

anstrich haben. werden dann angegriffen, wenn die Oberfläche des Holzes oder die Farbfläche durch die Witterungseinflüsse erweicht oder zerstört worden sind.

Die verbreitetste Gattung dieser Holzfeinde ist Anobium, neuerdings in mehrere andere Gattungen (Xystobium, Ernobius) zerklüftet. Deutsch haben die Käfer folgende synonyme Namen: Werkholzkäfer. Nagekäfer, Fadenhorn-Nagekäfer. Wegen des eigenthümlichen Geräusches, welches sie bei ihrer Bohrarbeit verursachen, bezeichnet man sie noch mit dem Namen Klopfkäfer oder Todtenuhr. Fig. 19 giebt ein Bild von Anobium domesticum nebst Larve, die grösste Art erreicht eine Länge von 8 Mm., die anderen Arten sind meistens merklich kleiner. Die Larven der Werkholzkäfer sind, wie Fig. 19 zeigt, drehrund eingekrümmt und durch starke Querwülste uneben auf der Oberfläche. Sie bohren in das Holz unregelmässige Gänge, meistens die härteren

Fig. 19.

Jahrgänge als Scheidewände stehen lassend. Die Bohrlöcher sind mit Bohrmehl und dem Kothe der Larven gefüllt. Die Paarung der Käfer erfolgt theils in den Gängen, theils ausserhalb, und die Entwickelung der Brut soll nach Taschenberg 1 Jahr in Anspruch nehmen.

Die wichtigen Arten sind:

Der gestreifte Bretterbohrer, Werkholzkäfer (Anobium domesticum Four., striatum Oliv., pertinax Fab.).

Der Klopfkäfer. Trotzkopf, die Todtenuhr (Anobium pertinax striatum Fab.) wurde mehrfach mit der vorhergehenden Art verwechselt.

Der kleine Bohrkäfer (Anobium paniceum Fab.) ist die kleinste Art.

Der buntwürfelige Nagekäfer, bunte Klopfkäfer (Anobium pulsator Schall., tessellatum Oliv.) wird bis zu 8 Mm. lang und ist die grösste Art. Er zerstört nicht allein weiche, sondern auch harte Hölzer. Ausser der Gattung Anobium sind noch folgende Käferarten als Zerstörer des Holzes zu erwähnen.

Der Kammhornkäfer, Bücherbohrer (Ptilinus pectinicornis). Die Larve gleicht in Form und Lebensweise den Anobiumlarven.

Der gerinnte Splintkäfer (Lyctus unipunctatus Herbst, auch L. canaliculatus) wird 3—4 Mm. lang, erscheint in Häusern im März oder April. Die Larve gleicht der Anobiumlarve.

Zu der bereits früher erwähnten Gattung der Bockkäfer gehören noch folgende Zerstörer des trockenen Holzes:

Der Hausbock (Hylotrupes bajulus). Die Grösse des Käfers schwankt zwischen 8,75 und 19,25 Mm. Die Larve bohrt unter sorgfältiger Schonung der Aussenfläche unregelmässige Gänge in das weiche Holz. Die Entwickelung dürfte nach Taschenberg 2 Jahre beanspruchen.

Der blaue Listkäfer (Callidium violaceum L.). Der veränderliche Scheibenkäfer (Callidium variabile L.). Beide Arten leben und schaden in gleicher Weise wie der Hausbock.

Fig. 20.

Fig. 21.

Der Werftkäfer (Lymexylon navale) gehört nicht zu der Gattung der Bockkäfer. Die Larve des Käfers lebt in dem Eichenholze. Ob dieselbe auf den Schiffswerften so viel Schaden verursacht hat, wie frühere Berichte beschreiben, bleibt dahingestellt.

Ausser diesen Holzwürmern sind in südlichen Gegenden die Termiten gefährliche Feinde des Holzes.

Im Meerwasser ist das Holz noch zahlreicher Angriffen von verschiedenen Arten von Bohrwürmern, namentlich von Teredo navalis ausgesetzt.

Wir kommen nun zu den Fragen: Wie schützt man das Holz am besten vor den Holzwürmern? Wie werden in dem Holze eingenistete Holzwürmer am besten zerstört?

Um das Holz vor dem Wurmfrass zu schützen, muss es nach dem Fällen bald von der Rinde befreit, schnell und gut getrocknet und an einem luftigen Orte aufbewahrt werden.

Entziehen des Saftes durch Auslaugen oder Dämpfen soll das Holz ebenfalls weniger angreifbar für die Holzwürmer machen.

Um das Holz vor Holzwürmern der Gattung Anobium zu schützen, wird in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1866, Bd. 10, Seite 37 das Tränken mit Benzol empfohlen. Das Insect soll den Geruch des Benzols nicht vertragen können.

Fertige Möbel können auf diese Weise mit Benzol nicht getränkt werden. Um Möbel und Holzschnitzereien, welche schon von den Insecten angegriffen sind, zu schützen, bringt man sie in einen verschliessbaren Raum, in welchem Benzol durch Wärme zur Verdampfung gebracht wird. Diese Operation muss mehrmals wiederholt werden. Statt Benzol hat man auch Creosot und Chloroform, aber mit nicht so gutem Erfolge angewandt. Wir fanden zu gleichem Zweck Schwefelkohlenstoff sehr geeignet.

Holzschnitzereien, welche von den Insecten theilweise zerstört worden sind, tränkt man auch zweckmässig mit Quecksilberchloridlösung (1 Quecksilberchlorid: 100 Wasser). Nach dem Tränken der Holzschnitzereien werden dieselben in eine Leim- oder Harzlösung eingetaucht und dann abgerieben.

Im Meerwasser ist das Holz noch den Angriffen von Weichthieren, namentlich dem Pfahlwurm, Teredo navalis, und der Fingermuschel ausgesetzt.[1]

Die beiden zu den Weichthieren gehörigen Arten verursachen durch Bohren einen enormen Schaden an dem für maritime Zwecke verwendeten Holze. Um die Schiffe vor den zerstörenden Wirkungen dieser Thiere zu schützen, müssen dieselben mit Kupferblech beschlagen werden. Keine Holzart, weich wie Weiden oder Pappeln, oder hart wie Teakholz, oder bitter wie Cedernholz, wird von diesen Weichthieren verschont.

Der Pfahlwurm (Teredo navalis L.) hat einen federkielähnlichen länglichen Körper und erreicht eine Länge von nahezu einem Fuss. Er trägt am vorderen Körperende ein Paar kleiner, klaffender, ringförmiger, gezähnelte Rippen tragender Schälchen, die nach der Ansicht der Prof. Möbius und Meyer das Bohrwerkzeug bilden, während Hancock die fünf- bis sechsseitigen krystallinischen Kieselspitzen am Fusse und den Mantelrändern für das Bohrwerkzeug hält. Der mittlere Theil des Körpers zeigt sich in einen röhrenförmigen Mantel gehüllt, aus welchem am hinteren Körperende die beiden Athemohren abgesondert hervorragen. Die Pfahlwürmer

[1] Die Dogen zu Venedig entsandten Kundschafter nach China, um ein Schutzmittel gegen diese gefährlichen Feinde aufzufinden, aber die Kundschafter kehrten zurück, ohne ein neues wirksames Schutzmittel gefunden zu haben.

bohren gewöhnlich im Verlaufe der Längsfaser des Holzes, sie können jedoch auch rechtwinklig zu der Längsfaser in das Holz dringen. Die von den Pfahlwürmern gebohrten Kanäle sind mit einer kalkartigen Masse ausgekleidet. Nach Prof. Münter[1] stammt der Ueberzug aus den Secretionen des Pfahlwurms. (S. Fig. 22 Seite 56 u. 57.)

Die Fingermuschel (Pholode) ist fast völlig bedeckt von zwei sehr harten, grösseren, an beiden Enden klaffenden, und zwei kleineren accessorischen Kalkschalen (Schlossplatten), die auf der Aussenfläche längs der 3—6 jüngeren Anwuchsstreifen scharfe Zahnreihen besitzen, mit denen sie nach Möbius und Meyer ihre Kanäle bohren. Mit der Zunahme des Körper- resp. Schalenvolums erweitern sich die Bohrlöcher entsprechend. Die von Fingermuscheln gebohrten Kanäle haben keine Kalkauskleidung und gehen gewöhnlich rechtwinklig zur Längsrichtung der Faser. Das Thier leuchtet Nachts und giebt einen gesuchten Leckerbissen ab.

Um den Wirkungen dieser gefährlichen Feinde Einhalt zu thun, hat man schon lange Zeit nach einem geeigneten Mittel gesucht. Als bestes Mittel galt bisher die Imprägnation der Hölzer mit Creosot. Auf der Pariser Weltausstellung veranschaulichte die kaiserliche Admiralität die Wirksamkeit der Creosot-Imprägnirung gegen die Pfahlwürmer und Fingermuscheln durch ausgestellte Proben. Ueberall waren die Pfahlwürmer in die von Creosot nicht getränkten Stellen der Balken eingedrungen, während die imprägnirten Stellen des Holzes verschont blieben.

Für kein europäisches Küstenland ist die zerstörende Thätigkeit der Bohrwürmer von so grosser Bedeutung wie für Holland, welches mit kostspieligen Faschinen und Pfahlwerken seine Meeresufer eindämmte. Seit 1730 ist man bestrebt, geeignete Mittel ausfindig zu machen. Die holländische Akademie beschäftigt sich seit der Zeit mit der Frage.

Mittel zur Verhütung des Pfahlwurms.

Um den Verwüstungen des Pfahlwurms entgegenzutreten, hat man zahlreiche Methoden in Vorschlag gebracht.

Diese sämmtlichen Methoden lassen sich in 3 Klassen eintheilen:

1. Umhüllung der Pfähle oder des Holzes mit Metallplatten, oder Bedecken durch eingeschlagene Nägel mit breiten Köpfen;

---

[1] Prof. Münter, Wissenschaftl. Vorträge von Virchow.

2. das Imprägniren mit anorganischen Stoffen, welche als giftig für die Thiere betrachtet werden, und
3. das Imprägniren mit theerartigen Producten.

Unter allen dreien hat sich die dritte, das Imprägniren mit Creosotöl unter Druck am besten bewährt.

Wir fügen hier einen Auszug aus dem Commissionsbericht der Königlich Niederländischen Akademie[1] der Wissenschaften über die zur Conservirung des Hafenbauholzes gegen die Angriffe des Pfahlwurms anzuwendenden Methoden bei.

Nach Mittheilung der angestellten Versuche kommt die Commission zu folgenden Schlüssen:

1. Das Bestreichen der Oberfläche des Holzes mit den verschiedensten Stoffen, um dieselbe mit einer Hülle zu überziehen, worauf die jungen Pfahlwürmer sich nicht ansetzen können, muss als ungenügend bezeichnet werden, denn sobald nur die Hülle durch Auflösung oder irgend eine andere Ursache auch nur auf einem kleinen Fleckchen, welches manchmal für das Auge kaum sichtbar ist, eine Beschädigung erlitten hat, beginnt an dieser Stelle die Zerstörung durch den Bohrwurm und andere mikroskopische Thiere. Dasselbe gilt mit Einschränkung für die Bekleidung des Holzes mit Kupferplatten oder mit sogenannten Wurmnägeln, indem auch in mit Wurmnägeln bekleideten Pfählen ebenfalls Pfahlwurmgänge gefunden worden sind. Jedoch widerstehen diese Bekleidungen den verschiedenen Einflüssen besser, als die vorhin besprochenen Anstriche, denn durch die Oxydation des Eisens der Wurmnägel wird auf der Oberfläche der Pfähle eine harte zusammenhängende Kruste gebildet, die das Eindringen der Pfahlwürmer erschwert.
2. Das Durchtränken des Holzes mit löslichen anorganischen Salzen, die man als giftig für Thiere betrachtet, z. B. Sublimat, Kupfervitriol, Chlorzink, Eisenvitriol, chromsaures Kali, schützt nicht gegen die Verwüstungen durch den Pfahlwurm; der Grund davon muss einestheils darin gesucht werden, dass diese Salze durch das Seewasser aus dem Holze ausgelaugt werden, anderentheils darin, dass einige dieser Salze für den Pfahlwurm nicht giftig zu sein scheinen.
3. Unter allen untersuchten Mitteln fand die Commission nur eines, welches mit grosser Wahrscheinlichkeit als ein wirk-

[1] Vijfde, Verslag over den Paalworm. S. 16.

liches Schutzmittel gegen die Verwüstungen des Pfahlwurms betrachtet werden kann, nämlich das schwere Steinkohlentheeröl oder Creosotöl. Bei Verwendung desselben muss auf seine Qualität Rücksicht genommen, ebenso auf die Art und Weise der Durchtränkung des Holzes und endlich auf die Holzart selbst, die man der Creosotirung unterwirft, geachtet werden. Als bestes Imprägnirungsmittel empfiehlt daher die Commission das schwere Steinkohlentheeröl, das einen ziemlichen Creosotgehalt aufweist.

4. Die Commission lässt es noch unentschieden, welche Stoffe in dem Steinkohlentheeröl besonders wirksam sind.

Zu ähnlichen Schlüssen wie die Commission betreffs der Conservirung der Hölzer kommt ein Belgier, Herr Crépin. Er hält die Nagelung mit Wurmnägeln für überflüssig, die Creosotirung aber für die bestconservirende Methode.

Bezüglich der Bearbeitung der zu marinen Zwecken verwendeten Hölzer schlägt Crépin die Verwendung runder Hölzer an Stelle der gewöhnlich gebrauchten, vierkantig behauenen vor, weil der Splint des Tannenholzes sich viel besser mit Creosot imprägnirt, als das übrige Holz, und hält es bei der Creosotirung für wichtig, der Qualität des anzuwendenden Creosots besondere Beachtung zu schenken.

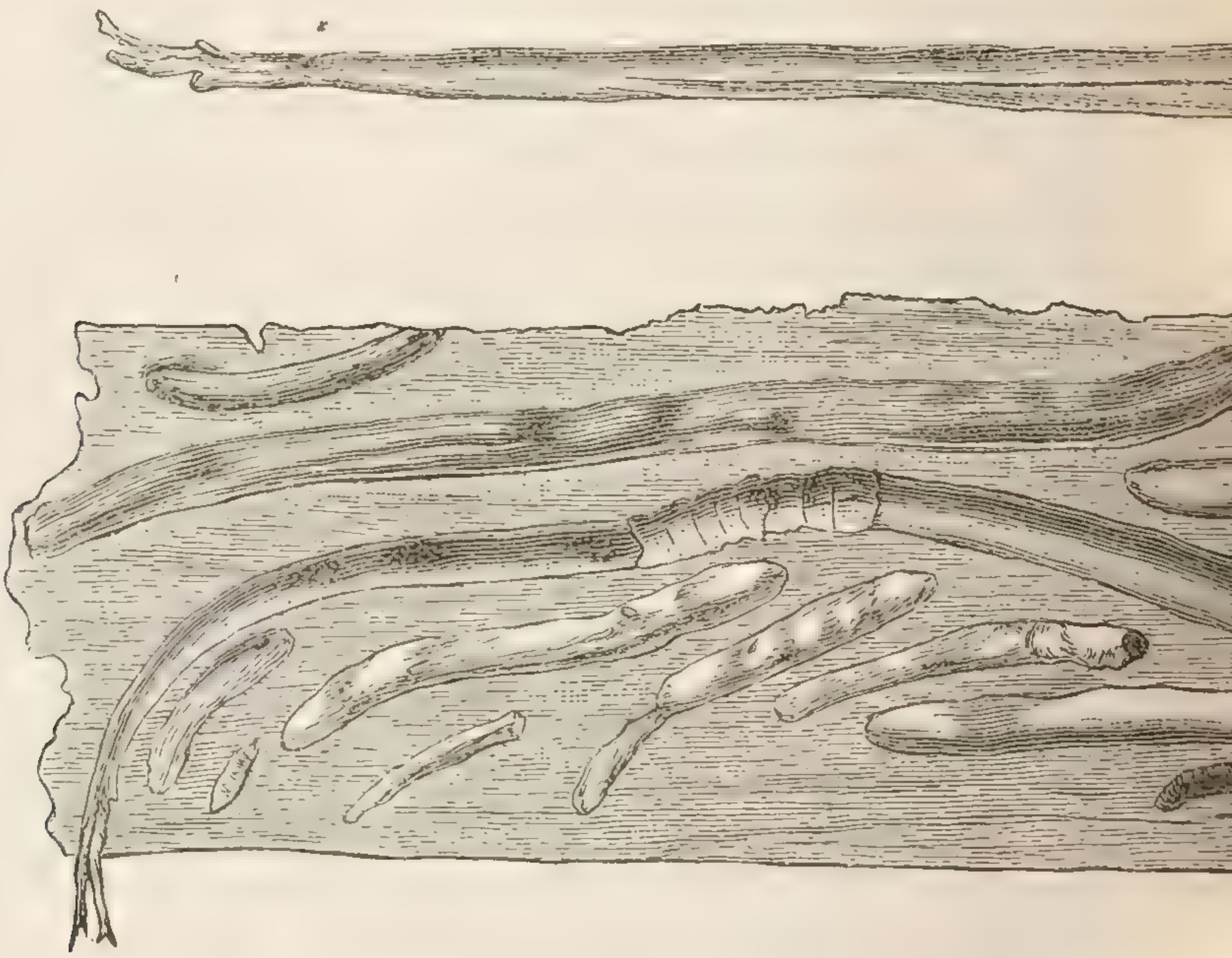
Einfluss der Fällungszeit auf die Dauer des Holzes.

Als man über die Ursachen der Zersetzungserscheinungen noch nicht im Klaren war und dieselben hauptsächlich der spontanen Zersetzung der Saftbestandtheile des Holzes zuschrieb, hielt man die Fällungszeit von grösster Wichtigkeit für die Dauerhaftigkeit der Hölzer. Meyer[1] äussert sich darüber wörtlich in folgender Weise: Was zunächst den Einfluss der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Holzes anbetrifft, sollte man denken, dass erwähnenswerthe Unterschiede bestehen müssen, dass das specifische Gewicht des Winterholzes in Folge einer grösseren Menge von Inhaltskörpern ein höheres ist, als beim Sommerholz, und diese Inhaltskörper sind ja hauptsächlich die Veranlasser der Zersetzungserscheinungen. Wir haben gesehen, dass der Saftgehalt im Winter ein grösserer ist und dass das im Winter geschlagene Holz nicht rasch Gelegenheit hat, sich desselben durch Verdunstung zu entledigen. — Andrerseits befindet sich im

[1] Die chem. Technologie des Holzes. Braunschweig 1872. S. 102.

Sommerholz der Zellinhalt der noch lebensthätigen jüngeren Zellen, des Splintes in löslicherer, für chemische Thätigkeit jeder Art noch zugänglicherer Form, und es wird diese Thätigkeit im geschlagenen Holze natürlich durch die hohe Sommertemperatur begünstigt, also dass auf diese Weise leicht der Keim zu weitergehenden Zersetzungsprocessen gelegt werden kann. — Die herrschende Meinung scheint der letztgenannten Ursache eine tiefgreifende Wirksamkeit beizulegen, also dass man im Allgemeinen das Winterholz für dauerhafter hält als das Sommerholz; auch sind viele Versuche veröffentlicht worden, welche dies mit Evidenz zu beweisen scheinen. Allein gewichtige

F

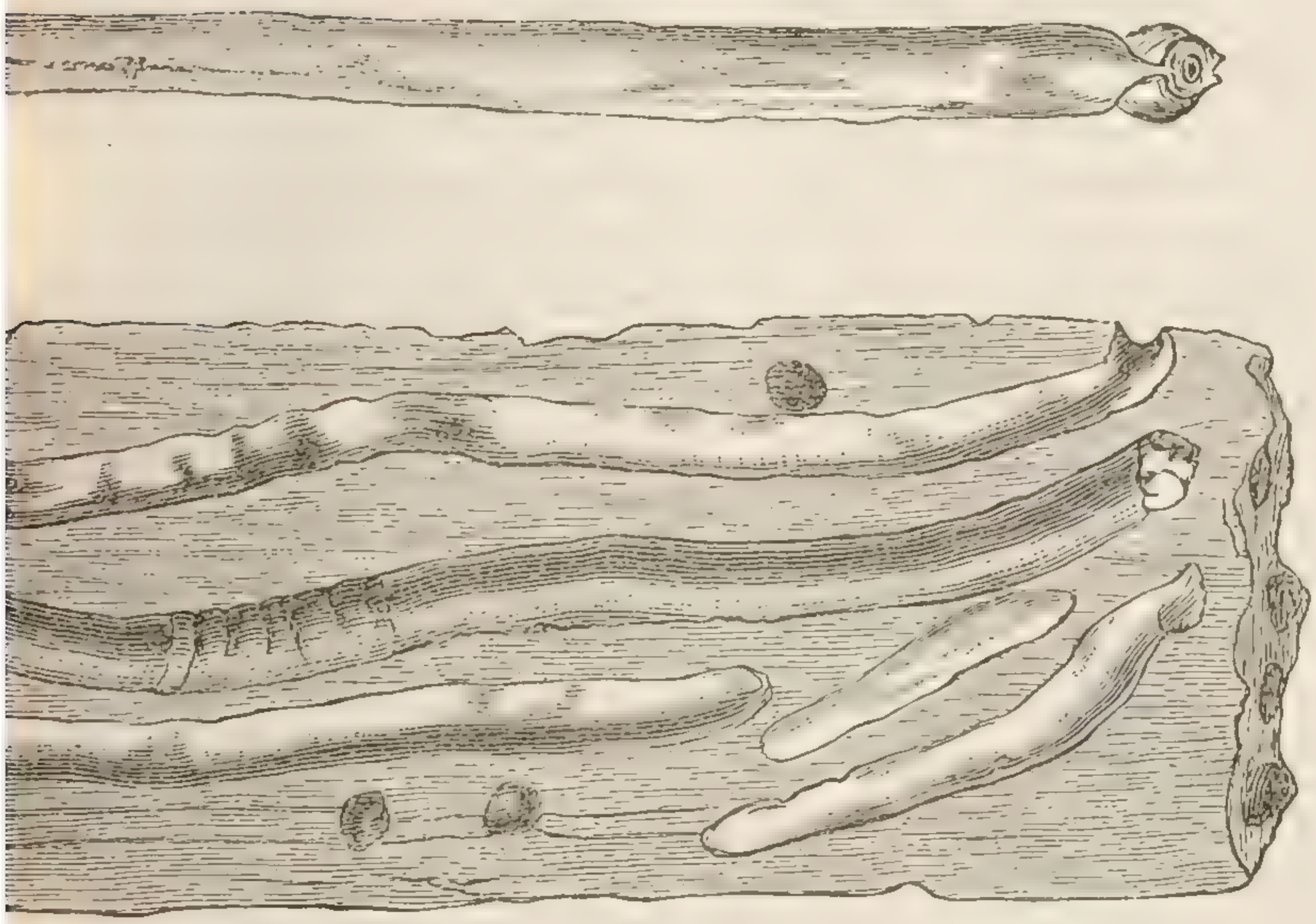


Autoritäten haben ihre Ansicht dahin abgegeben, dass es nicht möglich sei, ein allgemeines Urtheil über diesen Gegenstand zu fällen, dass unter manchen Verhältnissen, die übrigens noch nicht genau festgestellt sind, und für manche Holzarten das Sommerholz, unter anderen Umständen das Winterholz dauerhafter sei, dass im Grossen und Ganzen wohl kein erheblicher Unterschied bestehe.

Nach dem Vorstehenden scheint also Meyer der Ansicht zu sein, dass die Zersetzungserscheinungen des Holzes durch die Saftbestandtheile bedingt würden und dass dabei aber nicht bloss die Quantität, sondern auch das Vegetationsstadium der Saftbestandtheile in Betracht kommt. Das nach seinen Angaben weniger Saftbestandtheile besitzende

Sommerholz soll aber ebenso zersetzlich oder noch zersetzlicher sein als das saftreichere Winterholz, da der Zellsaft des Sommerholzes, begünstigt durch die äussere Temperatur, leichter in Zersetzung übergehe. Ehe wir die Ansicht Meyer's weiter kritisch beleuchten, wollen wir hier noch die eines anderen hervorragenden Forsttechnikers anführen, die Burckardt's.

Burckardt[1] ist auch der Ansicht, dass die Saftbestandtheile des Sommerholzes leichter in Zersetzung übergehen und das davon durchdrungene Holz leichter zur Zersetzung anregen, als beim Winterholz. Nach seiner Ansicht soll im Allgemeinen bei gleicher Behandlung



das Winterholz dauerhafter sein als Sommerholz, besonders das Splintholz, während der Kern des Sommerholzes, der an sich saftleerer ist, weniger dem Verderben ausgesetzt ist. Nach Burckardt verhalten sich die verschiedenen Holzarten in Bezug auf den Einfluss der Fällungszeit auf ihre Dauer nicht übereinstimmend. So soll das Eichenholz dem sog. Stocken weniger unterworfen sein, als das Holz des Ahorns und der Esche, und der Kern des Eichenholzes soll sich bei der Sommerfällung ebensogut gesund erhalten, wie bei der Winterfällung, der Splint hingegen, wenn das Holz bei der Sommerfällung

[1] Dingler's polyt. Journal. 1872. Bd. 202. S. 183.

gleich entrindet wird, besser als bei der Winterfällung austrocknen und demgemäss bei der Sommerfällung von grösserer Dauer sein, worauf auch schon Duhamel (Fällung der Wälder, deutsch von Schellenbach. 1. Th. S. 278) aufmerksam machte. In dem erwähnten Aufsatz citirt noch Burckardt die Ansichten von Nördlinger, Pfeil und König, die angeben, dass ein grosser Unterschied in der Dauerhaftigkeit der Winter- und Sommerschläge nicht bestehe, wenn das Holz sogleich nach dem Hieb gehörig behandelt werde. Im Ganzen glaubt Burckardt annehmen zu müssen, dass Sommerholz jeder Art, welches sofort nach dem Hiebe geschält wird, mindestens ebenso dauerhaft als Winterholz ist, dass aber Holz, welches bald nach der Fällung verbraucht wird, sich dauerhafter erweist, wenn es von entrindetem Sommerholze herstammt.

Bei den beiden hier mitgetheilten Ansichten ist die Annahme unrichtig, dass der Saftgehalt des Winterholzes grösser sei, als der des Sommerholzes, vorausgesetzt, dass man mit dem höheren Wassergehalt einen höheren Saftgehalt annimmt. Nach Hartig[1] haben während der heissen Sommerzeit trotz der grossen Verdunstungsverluste die untersuchten Buchen, Eichen, Lärchen, Kiefern und Fichten den grössten Wassergehalt des Jahres, nur die Birke zeigt ihren Maximalgehalt in der Zeit von Ende März bis Anfangs Mai, was dadurch erklärt werden soll, dass das Wurzelsystem dieses Baumes ein sehr flachstreichendes ist, also sehr frühzeitig von der in den Boden eindringenden Wärme erreicht und zu neuer vegetativer Thätigkeit angeregt wird. In kaltem Boden hört die Thätigkeit der Wurzeln ganz oder fast ganz auf, auch dann, wenn der Boden nicht gerade gefroren ist. So erklärt sich die Thatsache, dass bei kaltem Winterwetter der Wassergehalt sich so bedeutend vermindert, dass der Minimalgehalt an Wasser bei fast allen untersuchten Holzarten in die Frühlingsperiode März und April fällt, mit Ausnahme der Birke.

Ausgehend von der Ansicht, dass der Wasser- resp. Saftgehalt des Holzes die Ursache der Zersetzungen sei, müsste man zu der Anschauung kommen, dass die Winterfällung die beste sei, da der Wassergehalt in dieser Jahreszeit am geringsten ist. Wie wir aber früher im Anfang unseres Werkes nachgewiesen haben, sind alle Zersetzungserscheinungen auf organisirte Fermente zurückzuführen. Für die Entwickelung der meisten dieser Fermente oder Organismen ist die Gegenwart von Wasser Bedingung. Je wasser- oder saftreicher

---

[1] Botan. Zeitung. 1883. No. 15. S. 250. Im Auszug im Naturforscher. 1883. S. 267.

ein Baum ist, umsomehr wird die Entwickelung der Zersetzungserreger begünstigt. Das saftreichere Sommerholz müsste nach unserer Ansicht rascher der Zersetzung anheimfallen, wenn es nicht nach der Fällung während der heissen Jahreszeit einen Wasserverlust erlitte. Als günstiges Moment bei der Winterfällung ist hervorzuheben, dass das nach der Fällung im Walde lagernde Holz weniger den Angriffen der Zersetzungserreger unterworfen ist, da die Entwickelung der letzteren gehemmt oder beinahe aufgehoben ist, während in der heissen Sommerzeit das Holz, wenn es nicht rasch getrocknet wird, leicht von den massenhaft vorhandenen Zersetzungserregern zerstört wird. Das im Sommer gefällte Holz wird auffälliger Weise nicht so leicht von Insecten zerstört wie das Winterholz, und glaubt Meyer dies dadurch zu erklären, dass das Splintholz des Winters den Kerfen mehr Nahrung biete als das Sommerholz, wo die Nahrungsstoffe zur Neubildung von Organen verbraucht werden.

Hinsichtlich der Entstehung von Zersetzungsprocessen halten wir den Einfluss der Fällungszeit als vollständig irrelevant. Sowohl das im Winter wie im Sommer gefällte Holz unterliegt, wenn es mit Zersetzungserregern unter geeigneten Bedingungen in Berührung kommt, der Fäulniss. Für Hölzer, welche conservirt werden sollen, wird hinsichtlich der Fällung nur das zu beobachten sein, dass man bis zur beginnenden Conservirung dafür Sorge trägt, dass die Hölzer nicht unter solchen Bedingungen lagern (feucht, mangelhafter Luftzutritt), die die Entwickelung der Zersetzungserreger begünstigen. Im Sommer gefälltes Holz empfiehlt sich daher rasch zu entrinden, damit eine möglichst rasche Austrocknung bewirkt werde; das im Winter gefällte Holz muss während der nassen Jahreszeit in der Rinde bleiben und erst bei Beginn der wärmeren Jahreszeit entrindet werden, weil die Rinde Schutz bietet gegen das Eindringen der Zersetzungserreger.

Specielle Methoden der Holzconservirung.

Ehe wir zu den speciellen Methoden der Holzconservirung übergehen, wollen wir hier die Dauerhaftigkeit der verschiedenen Hölzer unter verschiedenen klimatischen Einflüssen kurz besprechen. Wir folgen dabei den Darstellungen von Autoritäten,[1] welche sich mit diesem Gegenstand beschäftigt haben.

---

[1] Pfeil, Kritische Blätter f. Jagd- u. Forstwissenschaft. Nördlinger, die technischen Eigenschaften der Hölzer.

Die verschiedenen Hölzer zeigen an der Luft, im Wasser und in der Erde verschiedene Dauer; aber auch eine und dieselbe Holzart kann sich gegen Luft und Regen ganz verschieden verhalten. So ist z. B. das Buchenholz unter Wasser eines der dauerhaftesten Hölzer, an der Luft hingegen, unter speciellen Bedingungen. nur sehr wenig haltbar. Das Holz der echten Kastanie verhält sich umgekehrt, ohne dass man im Stande wäre, für diese auffälligen Verschiedenheiten einen einleuchtenden Grund anzuführen.

Von colossaler Dauerhaftigkeit sind einige ausländische Hölzer. z. B. Cedern-, Cypressen- und Teakholz, von den bei uns heimischen Hölzern zeigt das Eichenholz die grösste Dauer und zwar gleichmässig unter den verschiedensten Einflüssen.

Specielle Methoden der Holzconservirung.

Es folgen hier vier Tabellen über die Dauer des Holzes: 1. an der Luft im Freien, 2. an der Luft vor Regen geschützt, 3. im Wasser, 4. in der Erde.

Diese Tabellen, welche bis auf die vierte[1] von den genannten Autoren herrühren, machen um so weniger Anspruch auf absolute Genauigkeit, als die mitgetheilten Zahlen innerhalb weiter Grenzen schwanken (wie es der Natur des vorliegenden Gegenstandes entspricht), da die Dauer einer und derselben Holzart unter zufälligen Bedingungen variirt und demnach eine exacte Darstellung nicht zulässt. Alle Angaben beziehen sich selbstverständlich auf gesundes Holz, denn solches, welches schon am Baum von Pilzen inficirt war, wird unter allen Umständen eine kürzere Dauer haben.

Setzt man die Dauer des Eichenholzes an der Luft und im Freien willkürlich = 100, so beträgt die Dauerhaftigkeit an der Luft im Freien der

Eiche	100	Buche	10—60
Ulme	60—90	Weide	30
Lärche	40—85	Erle	20—40
Kiefer	40—85	Pappel, Espe	20—40
Fichte	40—67		
Esche	15—64	Birke	15—40

Dauer der verschiedenen Holzarten an der Luft, vor Regen geschützt.

Eiche = 100.

Eiche	100	Ulme	80—100
Lärche	95	Alte harzige Kiefer	90

[1] Hartig.

Fichte	50—75	Junge Kiefer	15—60
Espe	30—95	Erle	25—38
Buche	15—95	Pappel	25—35
Weide	35—40	Birke	20—38

Diese Angaben beziehen sich nicht auf absolut trockenes Holz. Selbst weiches, aber vollständig ausgetrocknetes Holz hat an der Luft, wenn es vor Regen geschützt ist, eine fast unbegrenzte Dauer, wie wir an dem Sargholz ägyptischer Mumien sehen. Unter solchen Umständen hängt die Dauer des Holzes mehr von der Gegenwart benagender Insecten ab, als von Fäulniss- und Verwesungserscheinungen.

Dauer unter Wasser.

Eiche = 100.

Eiche	100	Junge Kiefer	70
Erle	100	Fichte	50
Ulme	90	Esche, Weide, Pappel, Birke	ganz unhaltbar.
Buche	70—100		
Lärche	80		
Kiefer	80		

Während die Anordnung der zweiten Tabelle im Wesentlichen dieselbe ist, wie bei der ersten, nimmt in der dritten Uebersicht das Holz der Erle und Buche eine wesentlich bessere, das der Weide eine niedere Stelle ein.

Ueber die Dauer von Pfählen in der Erde theilt Hartig[1] eine Zusammenstellung mit. Er erhielt seine Resultate in der Weise, dass er Pfähle aus den verschiedensten Holzarten einrammte, die alle im Winter gefällt waren, und beobachtete, wann die Pfähle an der Erde durchgefault waren. Danach ist die Reihenfolge der untersuchten Holzarten:

Akazie (Robinia), Lärche	nach 10 Jahren ganz intact.
Eiche, Kiefer, Tanne, Fichte	nach 10 Jahren die Splintlage mehr oder weniger angefault.

[1] A. Meyer, Chemische Technologie des Holzes als Baumaterial. S. 99.

Silberahorn (Acer dacycarpum)	nach acht Jahre an der Erde abgefault.
Ulme	
Ahorn (Acer pseudopl.)	
Birke (Betula alba var.)	
Esche	
Vogelbeere	
Buche	nach 5 Jahren an der Erde abgefault.
Hainbuche	
Birke (Betula alba L.)	
Erle	
Espe	
Ahorn (Acer platanoïdes)	
Linde	
Platane	
Rosskastanie	
Pappeln	

Die Methoden, deren man sich zur Conservirung des Holzes bedient, lassen sich in folgende Gruppen eintheilen:

1. Conservirung durch Austrocknen des Holzes.
   a) Trocknen in Dörröfen.
   b) Trocknen mit überhitztem Wasserdampf resp. Dämpfen des Holzes,
   c) Ankohlen des Holzes.
2. Conservirung des Holzes durch Luftabschluss,
   a) durch Ueberziehen mit einer undurchdringlichen Schicht,
   b) Trocknung der Hölzer mit Flüssigkeiten, welche nach dem Verdampfen der Flüssigkeiten die Poren verstopfen,
   c) Luftabschluss durch Erzeugung von unlöslichen Verbindungen in dem Holze.
3. Imprägnirung des Holzes mit antiseptisch wirkenden Substanzen.
   a) Imprägnirung durch Metallsalze,
   b) Imprägnirung mit Theeröl und ähnlichen Producten.
4. Conservirung durch Entfernung der leicht zersetzlichen Saftbestandtheile aus dem Holze.
   a) durch Auslaugen des Holzes mit Wasser,
   b) durch Auskochen des Holzes,
   c) Verdrängen des Saftes durch hydrostatischen Druck,
   d) Verdrängen des Saftes durch Comprimirung des Holzes.

Conservirung des Holzes durch Austrocknen.

Wie die meisten organischen Körper lässt sich das Holz durch Austrocknen gegen alle Zersetzungen widerstandsfähiger machen. Geschieht das Austrocknen des Holzes bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft, so wird dem Holze nur ein Theil des Wassergehaltes entzogen. Trocknet man dagegen das Holz bei 90—100° C. hinreichend lange, so kann man dem Holz den ganzen Wassergehalt entziehen, gleichzeitig gerinnen bei dieser Temperatur die in dem Holzstoffe enthaltenen eiweissartigen Körper.

Das bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft getrocknete Holz kann nicht als conservirtes Holz betrachtet werden, da es, wenn auch weniger leicht als das gewöhnliche Holz, der Trockenfäule unterliegt. War das Holz schon als Baum von Pilzen inficirt und von Pilzmycelien durchzogen, so wird durch Austrocknung bei gewöhnlicher Temperatur zwar die Trockenfäule verzögert, aber durchaus nicht verhindert. Kommt das trockene Holz mit Feuchtigkeit wieder in Berührung, so saugt es eine grössere Quantität Wasser wieder auf und unterliegt unter geeigneten Bedingungen, wie das nicht conservirte Holz, der Fäulniss. Die Trocknung des Holzes bei gewöhnlicher Temperatur eignet sich daher nur für gesundes Holz, welches vor Wind und Wetter geschützt ist, oder dient zur Vorbereitung für die Trocknung des Holzes mit künstlicher Wärme bei höherer Temperatur.

Bei der Lufttrocknung schichtet man das in Latten, Bretter oder Balken gespaltene Holz so auf, dass die Luft zwischen den einzelnen Stücken gut passiren kann. Um zu verhüten, dass bei dem Trocknen keine Trockenrisse entstehen, trägt man Sorge, dass die Wasserverdunstung nur ganz allmählich stattfindet. Man bestreicht oder beklebt zu diesem Zweck die Hirnholzfläche mit Theer, Lehm oder einer anderen undurchlässigen Masse, um gerade an dieser am raschesten das Wasser abgebenden Stelle die zu schnelle Austrocknung zu verhüten.

Trocknung des Holzes unter Anwendung von künstlicher Wärme.

Nach diesem Verfahren gelingt es, den Wassergehalt des Holzes weit mehr als bei der Lufttrocknung zu entfernen, ja bei hinreichend langem Trocknen kann das Holz vollständig trocken werden. Wird die Temperatur beim Trocknen bis auf 100 oder etwas über 100° C. gesteigert, so werden nicht allein die Eiweisskörper des Holzes, wie

schon früher erwähnt, unlöslich gemacht, die besonders in ihrem löslichen Zustande leicht durch organisirte Fäulnisserreger zersetzt werden und desshalb mehr oder weniger als günstige Vorbedingung des Fäulnissprocesses des Holzes zu betrachten sind, sondern auch in dem Holze bereits vorhandene Pilze oder Pilzmycelien werden bei dieser Temperatur getödtet.

Ein grosser Uebelstand der Conservirung des Holzes durch Trocknen ist das häufige Rissigwerden des Holzes. Man sucht dieses theilweise dadurch zu vermeiden, dass man das Austrocknen möglichst langsam bewerkstelligt, oder, sobald es die Verwendung des Holzes gestattet, die Spaltung in zweckmässiger Weise vornimmt. Erfolgt die Theilung in der Richtung, in der am leichtesten Spalten entstehen, also radial, so kann nach Meyer[1] bei halbrunden Eisenbahnschwellen oder bei sog. Viertelhölzern die Entstehung weiter radialer Spalten bei vorsichtiger Trocknung beinahe ganz vermieden werden. Bringt man die aus dem Trockenofen kommenden Feuergase direct in Berührung mit dem Holze, so sollen die in dem Rauche enthaltenen antiseptischen Stoffe, beispielsweise bei Verwendung von Holz als Heizmaterial, Creosot, Holzessig etc., den Conservirungsprocess noch vervollständigen. Uns scheint die Wirkung dieser in dem Rauche enthaltenen antiseptischen Stoffe nur eine sehr minimale zu sein: 1. sind diese Stoffe nur in ganz verdünntem Zustande in dem Rauche enthalten; 2. schlagen sie sich meistens nur auf die Oberfläche des Holzes, und da die Dauer der Einwirkung eine kurze ist, so dringen die im Rauche enthaltenen antiseptischen Stoffe kaum merklich in das Holz ein.

Wir geben nachfolgend Zeichnung und Beschreibung eines Trocken- oder Dörrofens, der zum Trocknen von Eisenbahnschwellen auf den preussischen Bahnen Verwendung findet.

Die Feuergase kommen bei diesem Dörrofen in directe Berührung mit dem Holze. Fig. 23 veranschaulicht einen solchen Trockenofen. — Die Feuerkanäle unter dem Boden der gewölbten Räume sind 3 M. weit zugewölbt, dann mit durchbrochenen Eisenplatten bedeckt, bis dieselben schliesslich in einen Schornstein münden. Das weitere ergiebt sich aus nebenstehenden Zeichnungen.[2]

Einen Trockenapparat, der sich namentlich zum Trocknen von Schiffsbauholz eignet, liess sich Napier[3] patentiren.

---

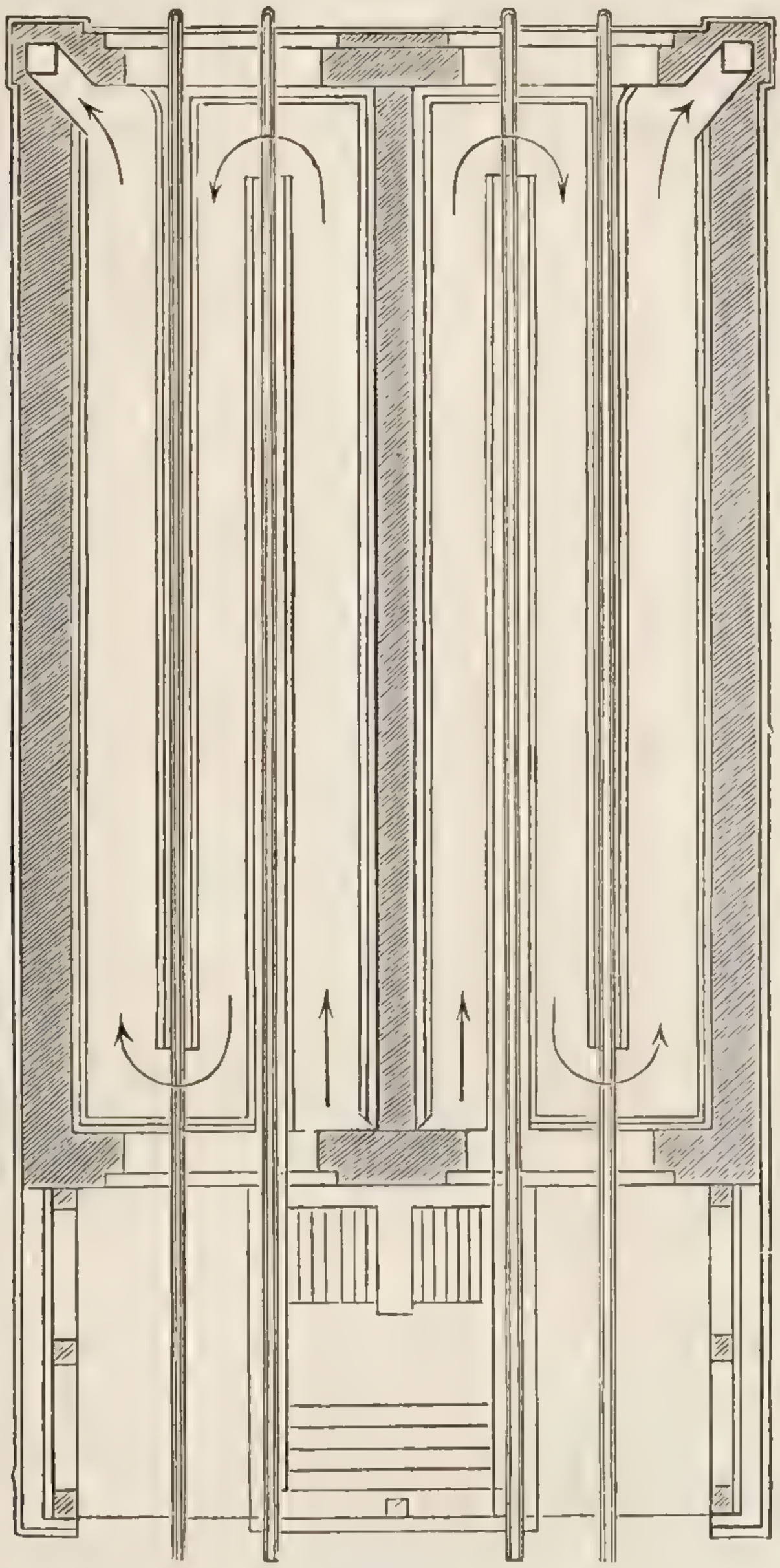
[1] Chem. Techn. der Baumaterialien. S. 79. Braunschweig 1872.

[2] Handbuch der chemischen Technologie von 1872. Dr. Bolley u. Birnbaum

[3] Dingler's polit. Centralbl. Band 39. S. 182.

Wie bei dem vorhergehenden Apparate, so streichen auch bei diesem die Feuergase direct über das zu trocknende Holz. Der Apparat soll den Vorzug haben, dass sich die Temperatur leicht

Fig. 23.

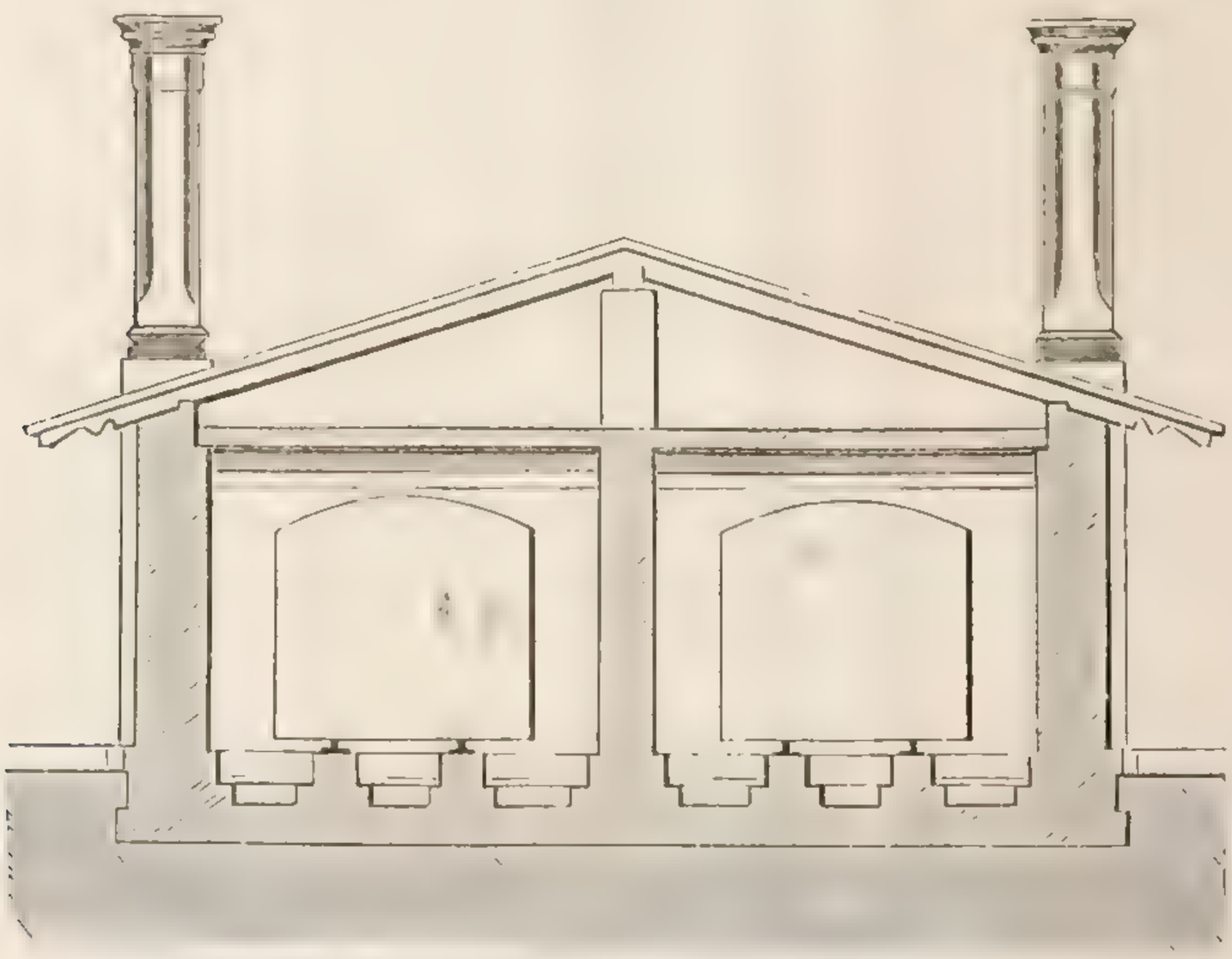


reguliren lässt. Nebenstehende Zeichnung veranschaulicht den Napier'schen Apparat.

Der Apparat besteht aus einer 18 M. langen, 1 M. breiten und 2,3 M. hohen Kammer mit einer Decke von Steinplatten. Die Wände der

Kammer werden aus Backsteinen hergestellt. Am einen Ende der Kammer ist die Feuerung a angebracht (Fig. 25 und 26). Die Luft strömt durch die Oeffnung b auf das brennende Heizmaterial, dringt durch dasselbe unter dem Roste hervor und gelangt erst, wenn sie die gemauerte Scheidewand d überstrichen hat, zu dem zu trocknenden Holze. Aus dem Trockenraume werden die heissen Verbrennungsgase nach dem Canale e gehen, welcher mit einem stark ziehenden Kamine in Verbindung steht. F (Fig. 25) ist ein Schieber zur Regulirung des Zuges nach dem Kamine. g (Fig. 26) ist eine Oeffnung, durch welche direct kalte Luft über die Scheidewand in den Trockenraum gebracht werden kann, sobald die Temperatur in letzterem zu hoch steigen sollte.

Fig. 24.



Die Roststäbe der Feuerung sind hohl, so dass durch dieselben ein Luftzug stattfindet, welcher sie vor dem Verbrennen schützt. Zum Heizen verwendet man Coaks. Bei der beschriebenen Feuerungs-Methode, bei welcher der Luftzug von oben stattfindet, findet eine ziemlich rauchfreie Verbrennung des Coaks statt, und wird das Holz dadurch nicht geschwärzt, was für manche bauliche Zwecke von grossem Werthe ist. Bei dieser Feuerungs-Methode soll ebenfalls das Ueberspringen von Funken, damit nicht eine Entzündung des Holzes im Trockenraum stattfindet, verhütet werden. Durch Regulirung des Zuges mittelst des Schiebers F wird die Verbrennung und damit auch die Temperatur so regulirt, dass der Trocknungsprocess anfangs ganz langsam vor sich geht. Das Holz wird in der Trocken-

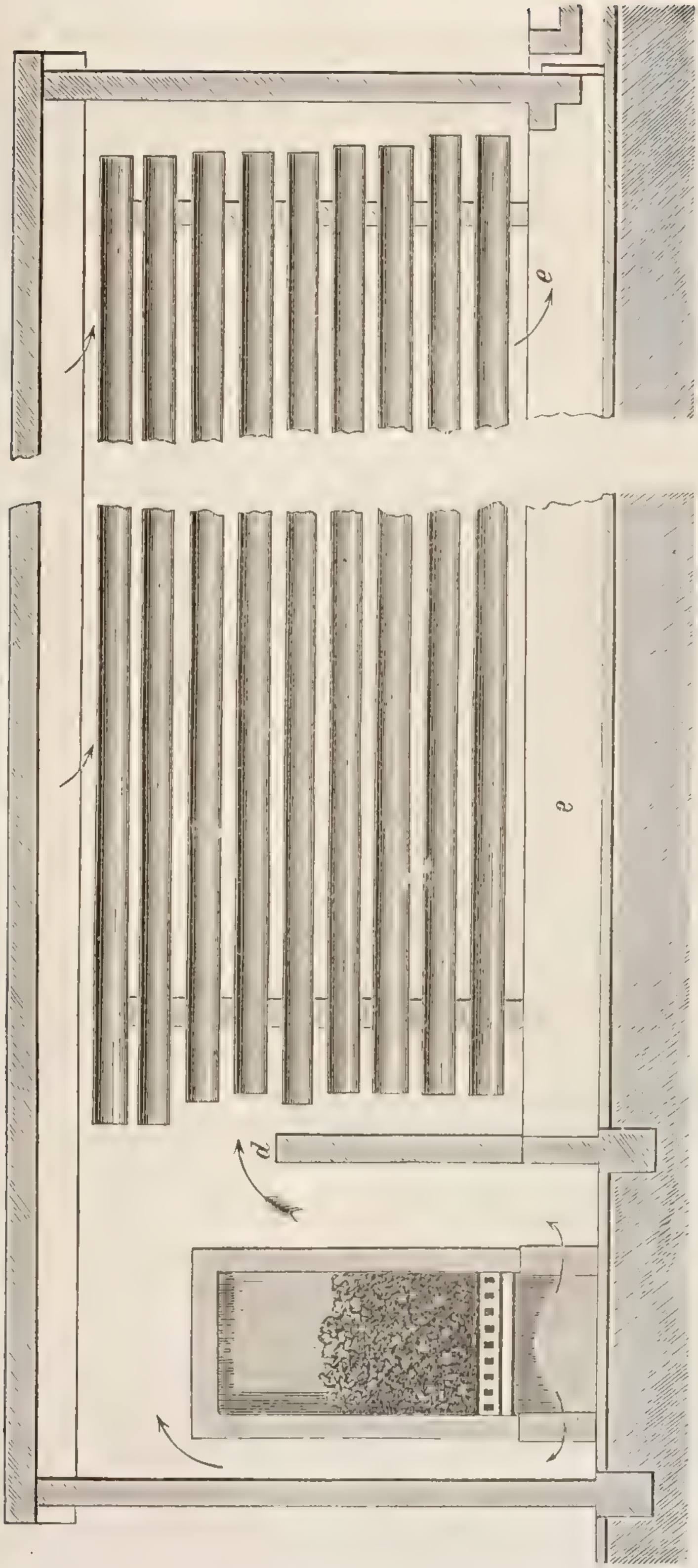


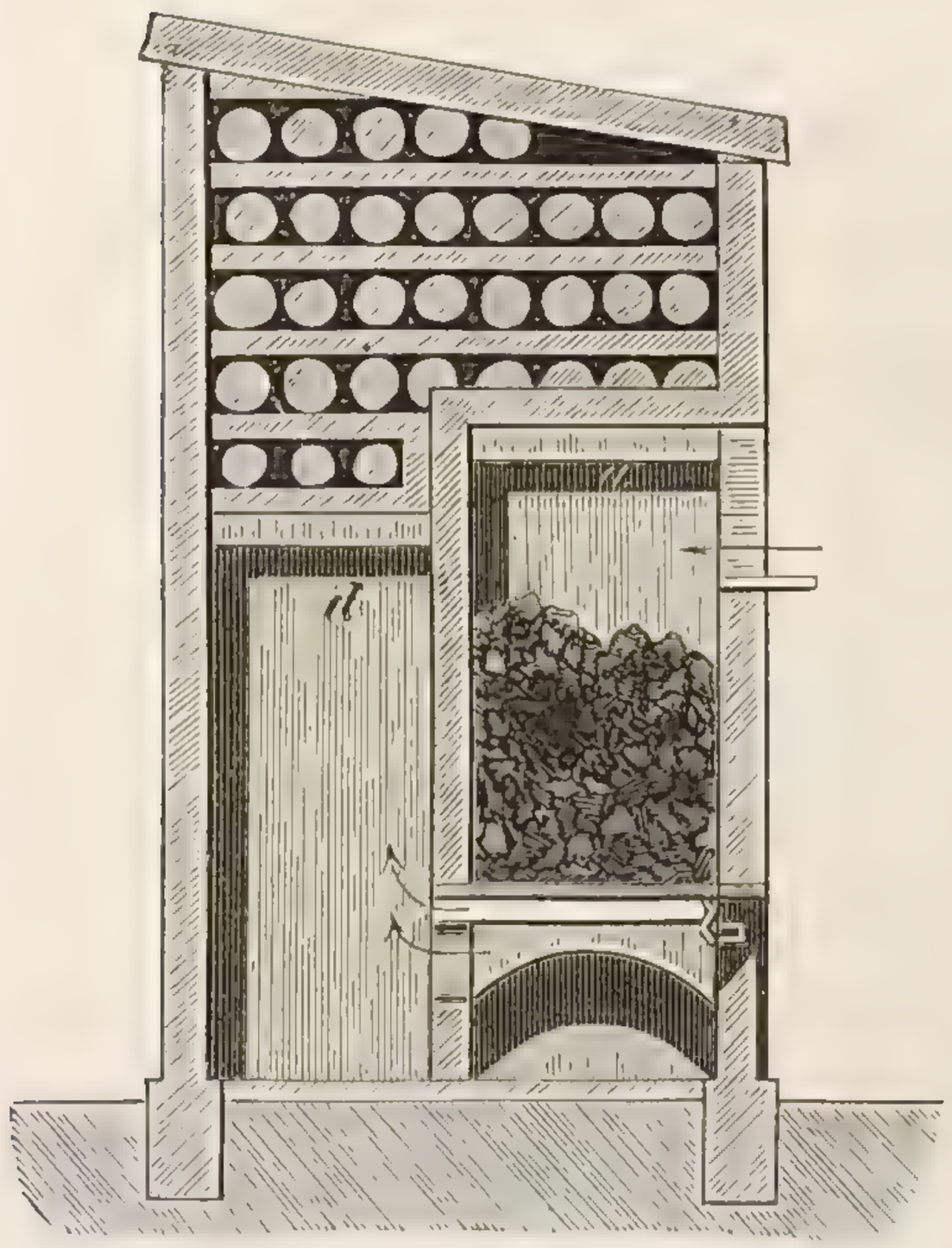
Fig. 25.

kammer in der aus Fig. 26 ersichtlichen Art und Weise aufeinandergeschichtet.

In einem solchen Napier'schen Trockenofen konnten 11 Cbm. Holz, tannene Bohlen im Gewicht von 7000 Kilo, in 64 Stunden getrocknet werden. Das Holz verlor dabei durchschnittlich 14 Procent seines Gewichts an Wasser und waren auf jedes Pfund Coaks $3^1/_2$ Pfd. Wasser verdampft worden.

Einen anderen Trockenapparat für Holz liess sich Guippert in Tourlaville [1] patentiren.

Fig. 26.



Ein Apparat zum Trocknen des Holzes, bei welchem die Rauch- und Feuergase mit dem Holze nicht direct in Berührung kommen, wird durch Fig. 27 veranschaulicht. Der Apparat wurde für das Trocknen und Carbonisiren der Wolle und halbwollenen Gewebe von C. Fellner und dem Verfasser construirt, kann aber, wie spätere Versuche ergaben, auch zweckmässig zum Trocknen des Holzes benutzt werden.

Der Ofen besteht aus drei gemauerten Kammern A B C, welche durch Schiebethüren D D getrennt sind.

Diese drei Kammern bilden, wenn D D aufgezogen sind, eine einzige langgestreckte Kammer, welche als solche als Trockenapparat dient. Die beiden Thüren E_1 und E sind aus Material gefertigt, welche die Wärme schlecht leitet.

Auf Schienen können in den Trockenapparat 3 Wagen geführt werden, welche mit zu trocknendem Holz beladen sind.

Nebenstehende Figur 27 ist ein Grundriss, Figur 28 ist ein Längsschnitt des Apparates. Ausserhalb des Apparates ist eine Feuerung

---

[1] Dingler's pol. Journal. Band 169. S. 422.

angebracht, welche. wenn der Apparat statt zur Trocknung zur Carbonisirung von Geweben etc. dienen soll, nicht allein zur Heizung des Apparates, sondern auch zur Entwickelung von Gasen benutzt wird.

Für den vorliegenden Zweck ist dieser Theil des Trockenapparates unnöthig.

Fig. 27.

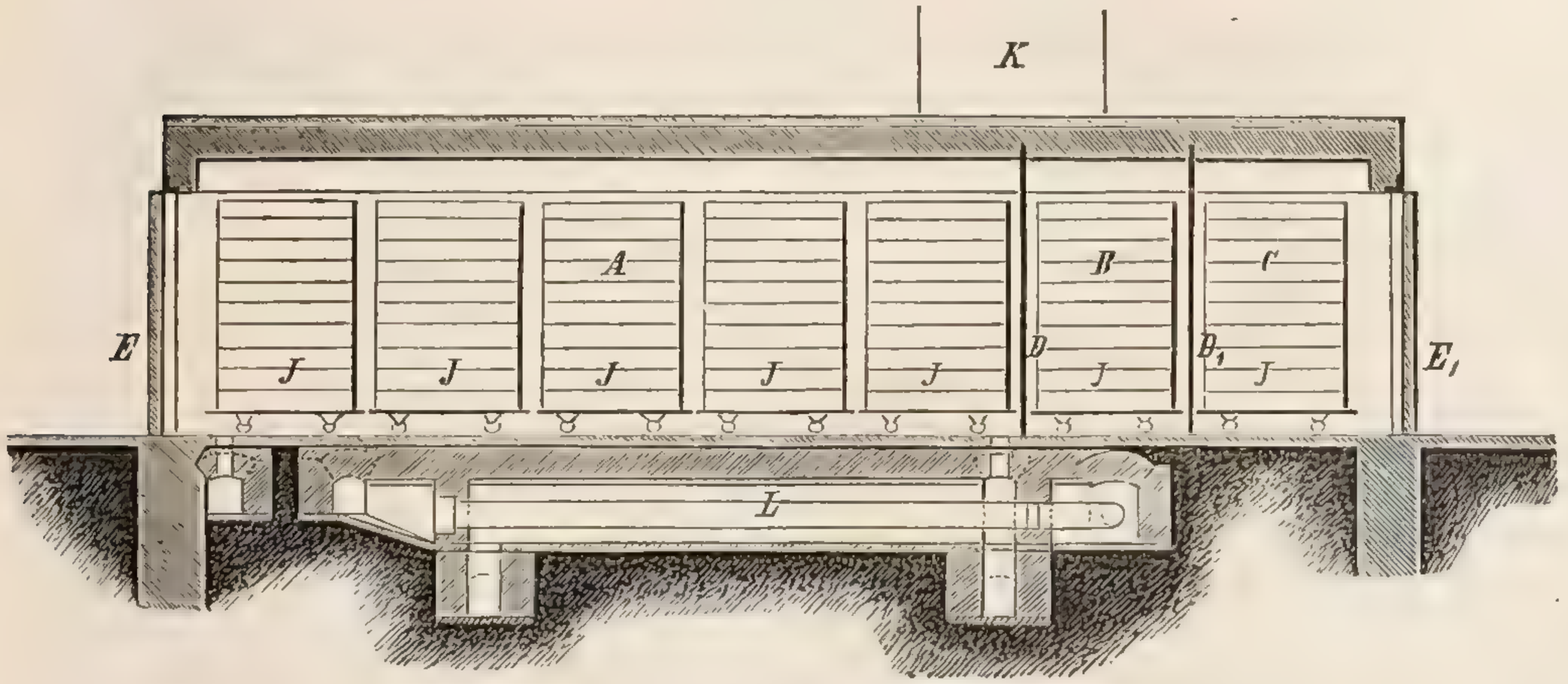
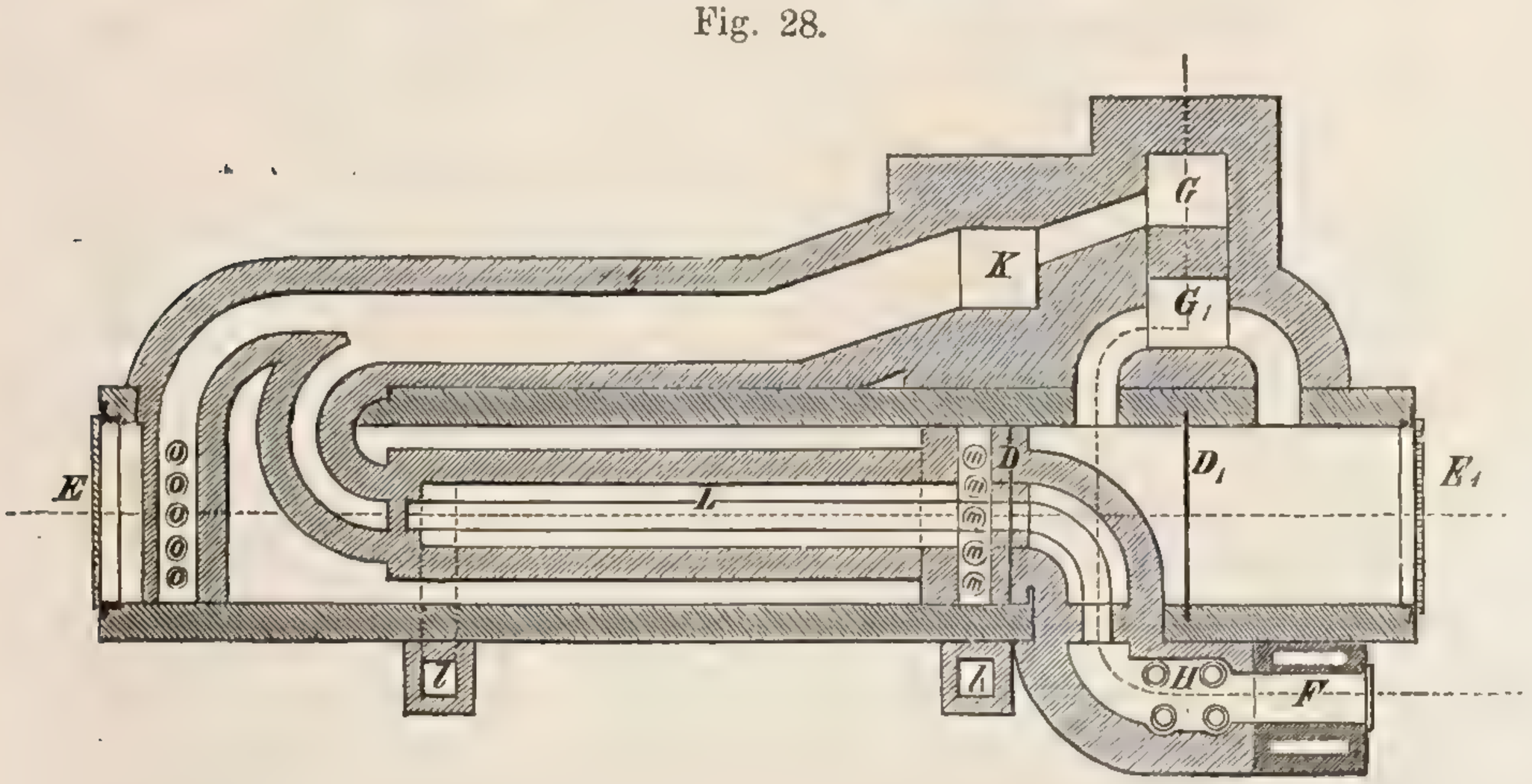


Fig. 28.



Das Feuer geht, wenn der Apparat nur zur Trocknung dienen soll, in einen Luftkanal L, welcher als Calorifer dient. Die Luft strömt bei l ein, streicht am Heizrohr entlang und erwärmt sich. Um die Temperatur der Luft genau auf die erforderliche Höhe bringen zu können, ist eine zweite Zuströmungsöffnung l angebracht, durch welche kalte der heissen zugeführt werden kann; beide Luftzuführungen sind durch Schieber regulirbar, wodurch die genaue Regulirung der Temperatur ermöglicht wird.

Diese genau nach Wunsch temperirte Luft tritt durch die Oeffnungen m in die Trockenkammer, durch dieselbe in der Richtung nach der Thüre E, sättigt sich unterwegs mit Feuchtigkeit und trocknet das Holz. Die feuchte Luft wird nach dem Kamin K abgezogen, der auch die Feuergase aufnimmt, nachdem sie die Calorifere verlassen haben.

Bei der Trocknung des Holzes theilt man den ganzen aus drei Kammern bestehenden Raum durch eine Schiebethür in zwei Abtheilungen. In der ersten Abtheilung wird das Holz bei niedriger Temperatur (30—40° Cel.) längere Zeit vorgetrocknet. Hierauf werden die mit Holz beladenen Wagen in die zweite Abtheilung geschoben und der Trocknungsprocess bei 80—100° Cel. oder, wenn erwünscht, auch bei höherer Temperatur vollendet.

Der Apparat verlangt sehr wenig Brennmaterial, gestattet eine genaue Regulirung der Temperatur und ist sehr einfach zu bedienen.

Die Grösse des Apparates kann so angepasst werden, dass man Eisenbahnschwellen wie Bauholz darin trocknen kann.

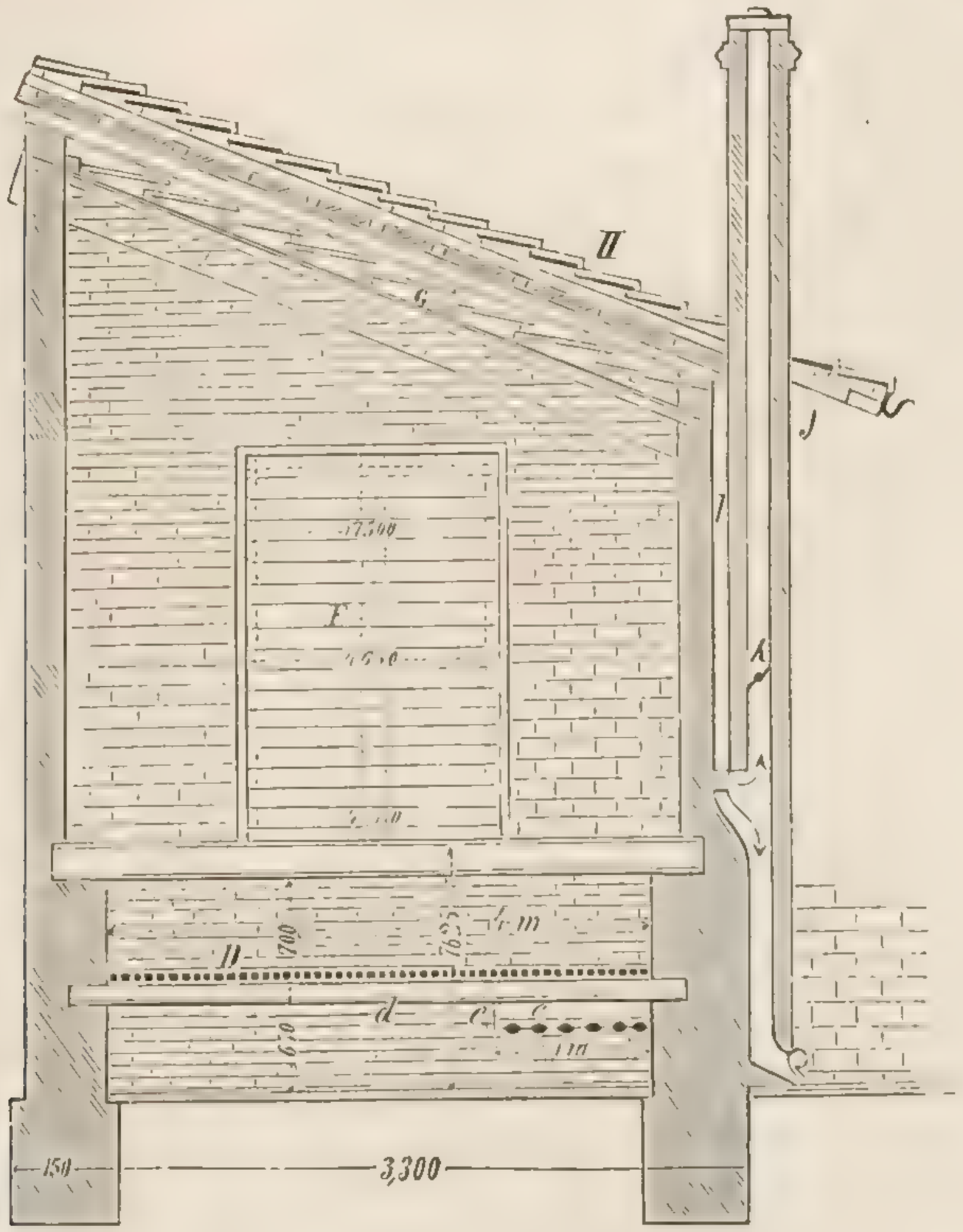
Trockenanstalt für Schwellen der französischen Ostbahn.

Diese Anlage besteht aus 4 im Halbkreise überwölbten Kanälen von je 14 M. Länge und 1,95 M. Breite mit Schienengeleisen zur Aufnahme der Wagen mit den Schwellen, deren je 5, mit etwa 44 Schwellen jeder beladen, darin Platz finden. Je zwei dieser Kanäle liegen dicht neben einander zu einer Gruppe vereinigt, zwischen beiden ist ein 4,65 M. breiter Raum angeordnet, welcher die Caloriferen und die Ventilationsschornsteine enthält.

Die Caloriferen selbst bestehen je aus einer Kammer von 3,182 M. Länge auf 1,440 Breite, vor deren jeder ein Rost angeordnet ist. Für die Leitung der Luft werden parallelepipedische Kästen aus gebranntem Thon verwendet, welche auf ihrer Ober- und Unterfläche je 4 Oeffnungen erhalten und so in entsprechend langen Reihen über einander aufgesetzt werden, dass die Oeffnungen mit einander correspondiren. An den Aussenseiten tragen die Kästen horizontale Leisten, und diese dienen zur Aufnahme von Platten, welche zur Herstellung der horizontalen Züge für die Feuergase zwischen den aus den Kästen gebildeten verticalen Luftkanälen benutzt werden. Die Feuergase haben auf diese Weise einen fünfmaligen horizontalen Weg von der Feuerbrücke des Rostes aus zurück zu legen und gelangen dann unten in einen unter dem Fussboden fortlaufenden Kanal, der sie nach dem Ventilationsapparate leitet. Letzerer besteht aus einem weiten Schornsteine, der sich über einem geräumigen

Unterbau erhebt und in welchem der engere eiserne Schornstein für die Verbrennungsproducte der Caloriferenfeuerung emporgeführt ist. Ein kleiner Rost dient als Reserve, wenn die Wärme des eisernen Schornsteines zur Hervorbringung eines kräftigen Zuges nicht ausreichen sollte. Jeder Calorifere entspricht ein solcher Ventilationsapparat.

Fig. 29.



Von dem Obertheil der Luftkammer jeder Calorifere gehen 4 Kanäle für die zugehörigen beiden Trockenkanäle ab, an der Seite der Kammer nach unten und münden dann zwischen den Gleisen der Trockenkammer. Am anderen Ende der letzteren führen zwei ähnliche Kanäle die abgekühlte und feucht gewordene Luft in den Unterbau der Ventilationsapparate.

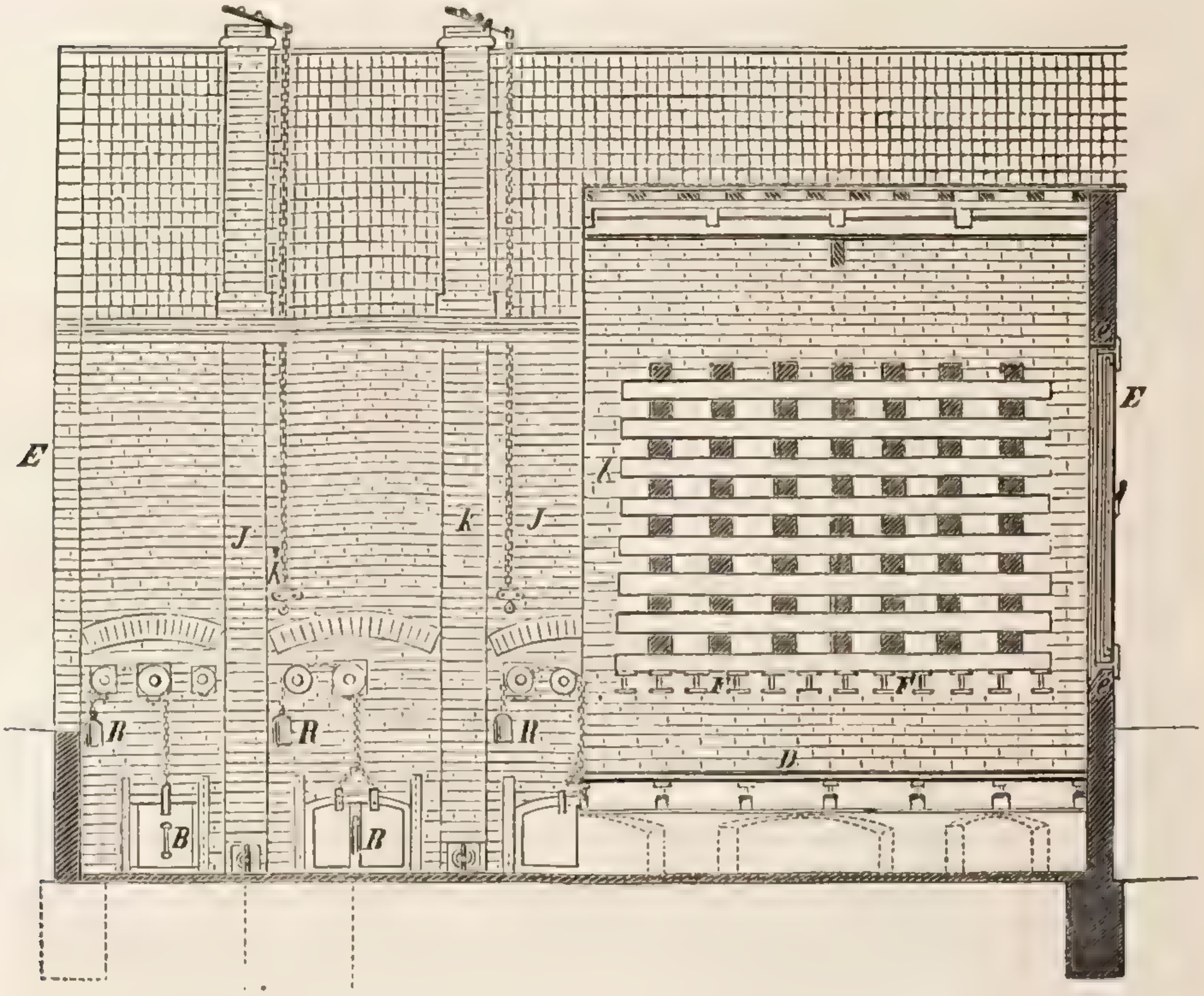
Die warme Luft tritt mit 90° C. in die Trockenkammer und verlässt dieselbe mit 40° C. Die Schwellen bleiben in dem letzteren 24 Stunden, wonach sie in die Imprägnirungsanstalt geschafft werden.[1]

[1] Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1880. S. 683 nach Publ. indust. XXVI. S. 497. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. S. 117 und 118 von 1881. 18. Bd.

Nachstehend geben wir eine Beschreibung der Trockenräume, welche in den Fig. 29, 30, 31 abgebildet sind.[1]

Eine wesentliche Verbesserung derselben gegenüber den alten besteht darin, dass alle durch Abkühlung entstehenden Niederschläge abgeführt werden, ohne auf das Holz zurückfallen zu können, und dass der Rauch durch senkrechte, mit dem Schornstein in Verbindung stehende Kanäle von der Decke der Kammer aus abgeführt wird.

Fig. 30.



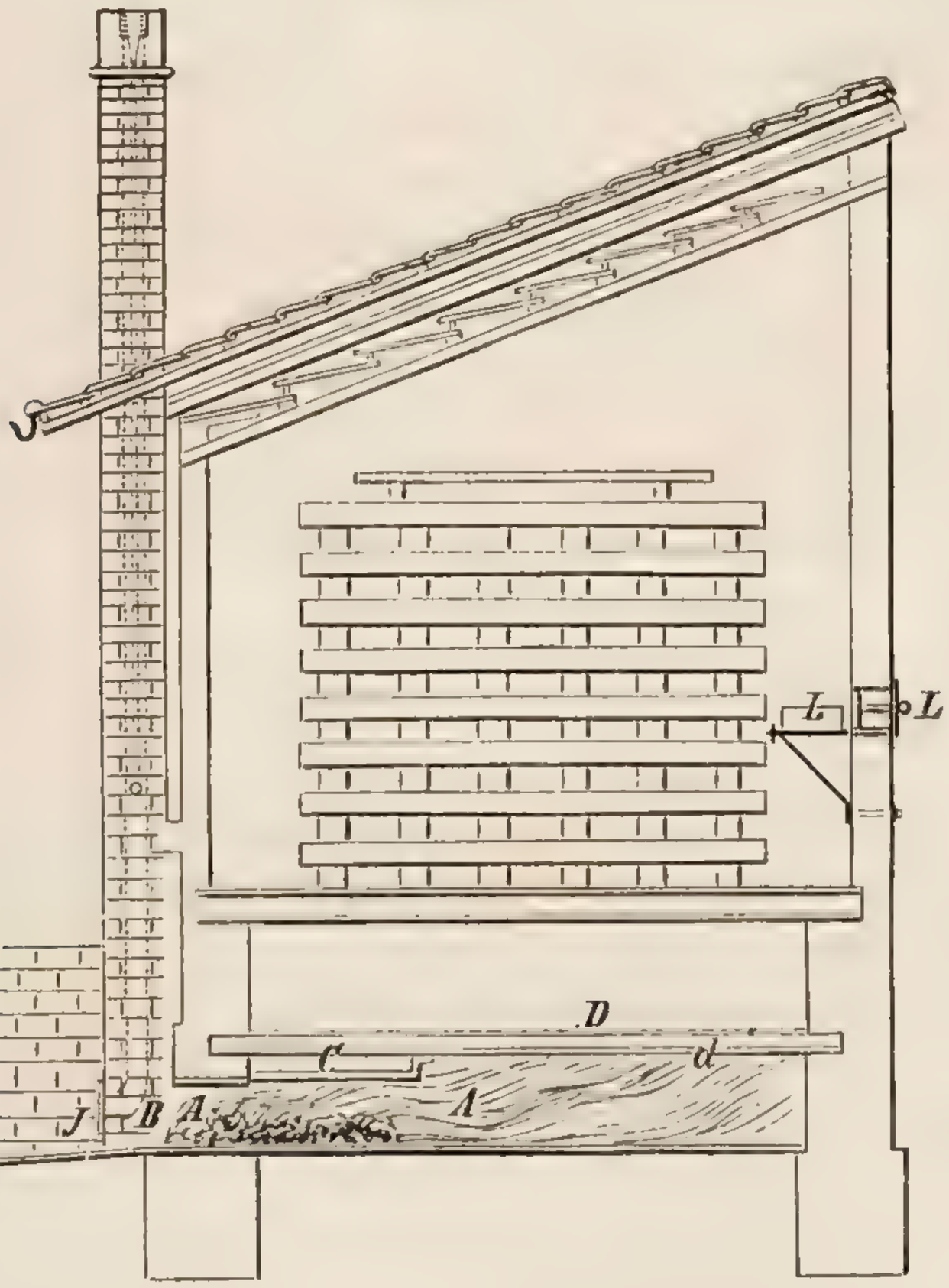
Eine jede Trockenkammer hat mehrere Feuerungen, welche in der vorderen Umfassungsmauer liegen und aus blossen Oeffnungen bestehen, die mit gusseisernen, durch von den Ketten b getragene Gegengewichte p in beliebiger Höhe zu haltenden Thüren B mehr oder weniger geschlossen werden können. Sämmtliche Feuerherde einer Trockenkammer münden in einen gemeinschaftlichen, durch die Umfangsmauern des Gebäudes begrenzten Raum A. Zur Verbrennung

[1] Dingler, 1875. Bd. 218. S. 107.

gelangen Hobel- und Sägespähne, sowie andere Abfälle aus den Werkstätten, und durch angemessene Oeffnung der Schürlöcher sucht man eine zwar langsame, aber gleichförmige Verbrennung der Brennstoffe zu erhalten.

Der den ganzen untern Theil der Kammer einnehmende Feuerraum A ist durch volle Eisenplatten C von der Breite der Schüröffnungen, also derartig abgedeckt, dass zwischen diesen Platten Oeffnungen verbleiben, welche ebenso breit sind, wie die zwischen

Fig. 31.



den Schüröffnungen vorhandenen Mauerpfeiler. Diese Platten sollen eine zu unmittelbare Einwirkung der Hitze auf die in der Trockenkammer befindlichen Hölzer verhüten; um sie selbst vor der zerstörenden Einwirkung des Feuers zu schützen, sind sie an ihrem vorderen Theil mit den Feuerschirmen c ausgerüstet.

In gleicher Höhe mit diesen Platten C liegen in bestimmten Entfernungen die Doppel-T-Eisen (I) d und auf diesen die siebartig durchlochten Eisenplatten D, welchen die gleichmässige Vertheilung der Verbrennungsproducte obliegt. Zu diesem Behufe nimmt

die Anzahl der in ihnen vorhandenen Löcher mit der Entfernung von der Feuerstelle zu. In Folge dieser Einrichtung durchzieht der Rauch auf seinem Wege nach den Schornsteinen die Hölzer ausserordentlich gleichmässig. Etwa 70 Cm. oberhalb dieser Rauchvertheilungsplatten befinden sich in angemessenen Entfernungen starke Doppel-T-Träger F gelagert, auf denen die zu trocknenden Hölzer mit entsprechenden Zwischenräumen kreuzweise aufgeschichtet sind.

Das Ein- und Ausbringen der Hölzer erfolgt durch grosse in beiden Giebeln angebrachte, doppelflüglige Thüren E, deren Oeffnungen Zargen aus Doppel-T-Eisen e haben, während die Thüren selbst aus Eisenblech angefertigt und zur Verhütung von aussen mit starken Holzfüllungen E' versehen sind.

Zur Abführung des Rauches und der wässerigen Niederschläge ist unterhalb des eigentlichen Daches eine jalousieartige Bretterverschalung G' vorhanden, deren mit der Längsrichtung des Gebäudes parallele Schlitze um so weiter sind, je mehr sie von den Rauchabführungscanälen entfernt liegen. Rauch, Wasser u. s. w. gelangen so durch den freien Raum, welcher zwischen dieser Jalousiedecke und dem eigentlichen Dache liegt, vermittelst der in Frontmauer ausgespannten Canäle I in die Schornsteine J, aus welchen die gas- und dampfförmigen Producte nach oben ins Freie entweichen, während die Flüssigkeiten am Fusse der Schornsteine durch die Röhren j abgeführt werden.

Das Dach selbst besteht aus hartgebrannten Krampziegeln H, ist jedoch zur Vermeidung aller Abkühlung auf der Innenseite durch eine starke, zwischen Brettern eingestampfte Thonlage h verblendet.

Zur Regelung des Zuges in den Schornsteinen ist in jedem derselben eine Drosselklappe K vorhanden; durch angemessene Benutzung dieser Klappen erfolgt gleichzeitig die gleichmässige Vertheilung des Rauches in der Kammer, während der Verlauf des Trockenprocesses durch directe Probenahme controlirt wird. Vor der Oeffnung L', welche in der Hinterfront befindlich und bequem zu öffnen und zu schliessen ist, befinden sich nämlich im Innern der Kammer zwei kleine schmiedeeiserne Consolen, auf welche ein Probestück des zu trocknenden Holzes gelegt wird. Dieses Holzstück wird in frischem Zustande gewogen und seine Gewichtsverminderung im Laufe des Trockenverfahrens wiederholt ermittelt.

Zur Begründung der Vorzüge des soeben beschriebenen Trockenverfahrens lassen wir zunächst die Zusammenstellung der an zwei verschiedenen Stellen mit demselben erzielten Betriebsergebnisse folgen.

Die erste Zusammenstellung umfasst eine Reihe von Beobachtungen, welche bei Broune & Comp. zu Jvry für die Orgelbauanstalt von Alexander & Sohn angestellt worden sind.

Zustand der Hölzer vor dem Einbringen in die Trockenkammer.				Zustand der Hölzer nach beendigter Trocknung.			Trockenverluste.			
Länge M.	Breite M.	Dicke Mm.	Gew. Kg.	Breite M.	Dicke Mm.	Gew. Kg.	Breite Mm.	Dicke Mm.	Gew. Kg.	Gew.-Proc.
2,91	0,29	25	18,00	0,28	24	10,00	10	1	8,00	44,44
2,94	0,28	25	17,00	0,265	24	9,05	15	1	7,95	46,76
2,90	0,29	26	14,05	0,27	24	9,05	20	2	5.00	35,59
2,91	0,295	25	17,05	0,28	24	10,00	15	1	7,05	41,34
2,94	0,30	24	14,05	0,29	23,5	10,05	10	0,5	4,00	28,46
—	—	—	26,06	0,36	24	15,05	—	—	10,95	42,11
3,06	0,39	26	24,66	0,375	24,5	14,05	15	1,5	9,95	41,45
3,06	0,35	25	20,05	0,34	24	12,65	10	1	8,00	39,95
3,06	0,41	26	27,05	0,38	24,5	16,00	30	1,5	11,05	41,05
3,07	0,40	26	28,00	0,38	25	16,80	30	1	11.20	40,00

Das der Trocknung unterzogene Holz war amerikanisches Nussbaumholz, welches bekanntlich der Trocknung die grössten Schwierigkeiten entgegenstellt; es war ferner bereits einige Jahre zuvor gefällt und nur wenige Tage vor dem Einbringen in die Trockenkammer aus starken Blöcken geschnitten worden.

Das Feuer in der Kammer wurde am 25. April Abends 6 Uhr angezündet, und am 7. Mai d. J. zu derselben Tageszeit war die Operation beendet; vom 5. Mai an hatte das Holz bereits nicht mehr an Gewicht verloren und durfte demgemäss schon von diesem Tage an als völlig trocken betrachtet werden. Die Dauer der Trocknung hat also eigentlich nur 9 Tage betragen; die Bretter kamen vollkommen gerade und ohne Risse aus der Kammer. Zur Heizung wurden Säge- und Hobelspähne von Eichen-, Buchen-, Tannen- und Nussbaumholz verwendet.

Die zweite Beobachtungsreihe stammt aus den Werkstätten von Fecamp. Die dabei verwendeten Hölzer bestanden aus Bohlen von Buchenholz, waren von der Pianofabrik von Tranchant & Söhne in Paris geliefert worden und hatten bereits seit länger als Jahresfrist in einem bedeckten Schuppen gelegen, zeigten mithin bereits eine gewisse Trockenheit. Sie verblieben vom 5.—15. Juni 1874, also zehn Tage, in der Trockenkammer, hatten sich nicht im Geringsten ver-

zogen und zeigten durchaus keine neuen Risse; die vor der Trocknung vorhanden gewesenen Risse hatten sich gar nicht erweitert.

Abmessungen der Hölzer.				Gewicht		Dichtigkeit		Verlust	
Länge	Breite	Dicke	Cubikinhalt	vor der Trocknung	nach der Trocknung	vor der Trocknung	nach der Trocknung	an Gew.	Gewichtsprocent
M.	M.	Mm.	Cbm.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	
2,25	0,30	40	0,0270	25,59	14,63	948	542	10,96	42,82
2,24	0,29	38	0,0247	21,21	13,21	859	535	8,00	37,71
2,30	0.28	39	0,0251	24,47	14,05	975	560	10,42	42,56
2,30	0,25	40	0,0230	22,08	12,60	960	548	9,48	42,91
2,25	0.25	40	0,0225	20,16	12,10	896	538	8,06	39,95
2,24	0,27	39	0,0236	20,76	12,74	880	540	8,02	38,63
2,26	0,30	38	0,0258	24,38	13,90	945	539	10,48	42,96
2,25	0,28	40	0,0252	22,55	13,48	995	535	9,07	40,22
2,24	0,30	40	0,0269	26,36	14,47	980	538	11,89	45,10
2,25	0,25	40	0,0225	21.37	12,19	950	542	9,18	42,94
		Summe	0,2463	228,98	133,37	—	—	95,56	—
						Durchschnitt 929,45	541,59	—	41,75

Das specifische Gewicht hat also nach der Trocknung zwischen 535 und 560 (0,535—0,560) geschwankt und im Mittel 541,59 betragen, während der Gewichtsverlust sich durchschnittlich auf 41,75 Procent beläuft.

Fassen wir noch einmal kurz die Vortheile und Nachtheile zusammen, welche sich bei der Conservirung des Holzes durch Austrocknung ergaben, so können wir Folgendes sagen:

Nachtheile sind:

1. Beim Trocknen erhält das Holz in den meisten Fällen sehr viel Trockenrisse, welche einestheils bei Verwendung des Holzes nachtheilig sind, anderntheils gestatten diese Trockenrisse ein leichteres Eindringen der Fäulniss und Zersetzungserreger ins Innere des Holzes;
2. zeigt sich trocken conservirtes Holz nur dann widerstandsfähig, wenn es vor Feuchtigkeit geschützt bleibt.

Vortheile sind:

1. Beim hinreichend langen und hohen Erhitzen des Holzes werden die in letzterem enthaltenen saprophytischen Pilze, die oft der nächste Anlass zur Zerstörung des Holzes sind, getödtet und

2. bei Anwendung von künstlicher Trocknung wird gegenüber dem gewöhnlichen, natürlichen Trocknen viel Zeit erspart.

Die Methode der Conservirung durch Trocknung des Holzes findet für sich wohl heute noch sehr wenig Anwendung. Meistens dient die Operation der Trocknung des Holzes zur Vorbereitung für die spätere Imprägnirung des Holzes.

Wir unterlassen es, noch weitere Trockenapparate zu beschreiben, und erwähnen noch kurz, dass man in England Trockenapparate construirt hat, bei welchen das Holz in luftdicht schliessende eiserne Gefässe gebracht wird, welch letztere mit einem Dampfmantel versehen sind und durch Dampf erhitzt werden. Um den Trocknungsprocess in diesen Gefässen zu beschleunigen, werden dieselben mit einer Luftpumpe verbunden und während des Erhitzens die Gefässe evacuirt. So zweckmässig auch diese Methode des Trocknens des Holzes auf den ersten Blick erscheint, so scheint der Einführung derartiger Trockenapparate im Wege zu stehen, dass sie für grössere Anstalten zu kostspielig sind.

Trocknen des Holzes mit Dampf von hoher Spannung.

Bei der gewöhnlichen Behandlung des Holzes mit Dampf hat man hauptsächlich die Entfernung der Saftbestandtheile im Auge.

Wir kommen auf die Beschreibung dieser Methode später bei der Beschreibung der Conservirung des Holzes durch Entfernung des Zellensaftes zurück. Hier wollen wir nur noch kurz eine Methode beschreiben, welche sich auf die Austrocknung des Holzes mit Wasserdämpfen von sehr hoher Spannung bezieht.

Das Holz wird zu diesem Zwecke in hermetisch schliessenden eisernen Gefässen, welche einen Druck von 12—14 Atmosphären ertragen können, eine Stunde mit Dampf von 145—155 Grad C. behandelt. Anfangs findet bei dieser Behandlungsweise ein Auswaschen und Auspressen des Zellensaftes statt. Später verliert das Holz Wasser und macht einen Trocknungsprocess durch. Bei hinreichend langer Behandlung mit Dampf wird dm Holze bis zu 10% Wasser entzogen. Diese Methode empfiehlt sich besonders für solche Hölzer, welche schon im Wald durch Pilze inficirt worden sind, weil bei hinreichender Behandlung mit Dampf von so hoher Spannung die Abtödtung der saprophytischen Pilze im Holze erreicht werden kann. Die Tödtung der in dem Holze enthaltenen Pilze gelingt auch bei Anwendung von trockener Hitze, wie wir anfangs schon erwähnt haben, jedoch nicht so leicht wie mit gespanntem Dampf. Hätte

das Erhitzen im Dampf keine nachtheilige Einwirkung auf die Qualität des Holzes, so würde sich die Methode, wenn auch nur als vorbereitende Operation für andere Conservirungsmethoden, z. B. Luftabschluss besonders empfehlen. In Dampf erhitztes Holz soll jedoch weniger elastisch sein und eine geringere Festigkeit besitzen.

Conservirung des Holzes durch Ankohlen.

Man kann wohl diese Conservirungsmethode des Holzes als eine der im Publikum verbreitetsten bezeichnen. Jeder Landwirth oder Handwerksmann, welcher Pfähle in den Boden schlägt, kohlt den in die Erde kommenden Theil an und glaubt dadurch das Holz längere Zeit vor Fäulniss zu schützen. Aber nicht allein Handwerker und Landwirthe, sondern auch erfahrene Techniker haben das Ankohlen als ein wirksames Schutzmittel empfohlen. Wie wir eingangs schon erwähnten, empfiehlt die englische Admiralität 1808 die oberflächliche Ankohlung als Conservirungsmethode und auch heute noch wird dieses Verfahren in Frankreich im Grossen für die Conservirung von Telegraphenstangen und Schiffsbauhölzern sowie Eisenbahnschwellen angewandt.

Ueber den Werth der Conservirung durch Ankohlung des Holzes differiren die Ansichten.

Einige halten das Ankohlen für gut, während andere es als mehr nachtheilig als vortheilhaft für die Conservirung des Holzes betrachten.

Durch die entscheidende Kritik von Nördlinger und Hartig, welch ersterer durch einen experimentellen Beweis seine Ansicht stützte, ist die Methode in neuerer Zeit sehr in Misscredit gekommen. Nördlinger führt folgende Beweise an, dass das Conserviren des Holzes durch Ankohlen absolut verkehrt sei.

Bei Gelegenheit des Setzens von 25 Fichtenpfosten, die im Juli 1858 zur Begrenzung einer Reitbahn dienen sollten, wurde zum unvermeidlichen Ankohlen geschritten. Man entblösste die in den Boden geschlagenen Pfosten bis auf einige Tiefe in der Erde, legte Späne um sie und zündete dieselben an, so dass die Pfosten ziemlich stark aufflammten und verkohlten. Nur drei Stück liess der arbeitende Zimmermann auf Veranlassung Nördlinger's im unverkohlten, natürlichen Zustande.

Im Frühjahr 1863, d. h. nach 5 Jahren, mussten die Pfosten, zum grössten Theil abgefault, herausgerissen werden.

Bei der Untersuchung derselben wurden alsbald zwei der nicht angekohlten Stücke erkannt, das dritte war nicht herauszufinden.

Merkwürdig war es, dass die beiden aufgefundenen nicht angekohlten Stücke vollständig gut erhalten waren, während unter der grossen Anzahl der angekohlten Pfähle nur ein einziger sich befand, der sich im Zustande der Erhaltung mit ihnen messen konnte und zwar desshalb, weil er von einem Bodentrumme herrührte, wie die zahlreichen kleinen Astspuren erkennen liessen, so dass bei der für die Ankohlung günstigen Annahme, der dritte nicht angekohlte verloren gegangene Pfosten wäre verfault wie die angekohlten, von drei nicht angekohlten, in Bezug auf ursprüngliche Holzbeschaffenheit von den übrigen nicht zu unterscheidenden Pfosten zwei sich gut erhielten, von den 22 weiteren angekohlten dagegen nur einer.

Von den Gegnern der Conservirung des Holzes durch Ankohlen werden folgende Nachtheile hervorgehoben:

1. Das Entstehen von zahlreichen Rissen, die namentlich das Eindringen von Feuchtigkeit in das Innere des Holzes begünstigen sollen,
2. das nur mangelhafte Fernhalten des Wassers von der feuchten Umgebung,
3. die hygroskopischen Eigenschaften der Kohlen selbst und
4. der Umstand, dass ein Theil des Holzes beim Verkohlen zerstört wird.

Gegenüber diesen Nachtheilen werden folgende Vortheile von anderer Seite hervorgehoben:[1]

1. Die Tränkung einer der verkohlten Schicht zunächst liegenden Holzschicht mit antiseptisch wirkenden Verbrennungsproducten,
2. die wenn auch unvollkommene Austrocknung des betreffenden Holztheiles,
3. die Eigenschaft der Kohle selbst, die von aussen eindringenden faulen Substanzen auf sich zu verdichten und zurückzuhalten,
4. bei noch ungespaltenen Stangen die Unschädlichmachung der leicht zersetzbaren Splintschicht.

Nach unserer Ansicht bestehen die Nachtheile und Vortheile in Folgendem:

Bei unvorsichtigem Ankohlen kann das Holz rissig werden, und wenn die entstehenden Risse tief eindringen, können von aussen

---

[1] Chemische Technologie. — Verwendung des Holzes als Baumaterial. Mayer. Braunschweig 1872.

kommende Fäulnisserreger in dasselbe dringen und Fäulniss bewirken. Wird mit Pilzen inficirtes Holz nur oberflächlich, oder nur der Theil, der in die Erde kommt, angekohlt, so werden die im Holze enthaltenen Pilze nur oberflächlich zerstört und können die im Innern des Holzes noch vorhandenen unzerstörbaren Pilzmyceliumfäden das Faulen des Holzes in bekannter Weise bewirken. Ein weiterer Uebelstand, namentlich bei dem partiellen Ankohlen des Holzes, ist, dass der Fäulnissprocess von dem nicht angekohlten Theile des Holzes ausgeht und von da aus auf die ganze Holzmasse übergeht.

Vortheile des Verfahrens scheinen uns:

1. Auf die angekohlte Fläche nisten oder lagern sich nicht so leicht parasitische Pflanzen (beispielsweise Flechten) und Thiere, die häufig die Oberfläche des Holzes zerstören und für das Eindringen der Fäulnisserreger leicht zugänglich machen;
2. wirkt die poröse, nicht zu tief rissige Kohlenschicht, welche selbst nicht durch Fäulnisserreger zersetzt werden kann, abhaltend für die von aussen eindringenden Fäulnisserreger.

Bei der Ankohlung des Holzes muss, wie schon vorher erwähnt, besonders Rücksicht darauf genommen werden, dass das Holz nicht zu rissig wird.

Man hat verschiedene Apparate construirt, um das Ankohlen des Holzes leicht und gleichmässig auszuführen. Eine einfache Vorrichtung besteht darin, dass man Gasflammen mittelst Kautschukröhren über die anzukohlende Holzmasse hin- und herbewegt.

Hugon[1] wendet einen Apparat an, der eine Gebläse-Vorrichtung besitzt, über dessen Flammen die Hölzer hin- und herbewegt werden,

Die Kosten für Ankohlen einer Eisenbahnschwelle sollen 0,15 bis 0,2 Frs. betragen. Von Rigola[2] ist eine drehbare Trommel construirt worden, in welcher die Schwellen in kurzer Zeit regelmässig carbonisirt werden. — Wie schon eingangs erwähnt, wird die Conservirung des Holzes durch Verkohlung namentlich in Frankreich für Schiffsbauhölzer, Telegraphenstangen und Bahnschwellen (auf der Orleans-Bahn) angewendet. Auf österreichischen Staatsbahnen werden ebenfalls durch Ankohlung conservirte Eisenbahnschwellen verwendet.

---

[1] Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1867. S. 64 und Wagner's Jahresbericht der chemischen Technologie. 1868. S. 707.

[2] Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1873. S. 30.

Conservirung des Holzes durch Abschluss von Luft.

Von der irrigen Voraussetzung ausgehend, dass der Sauerstoff der Luft die Zersetzung des Holzes wie auch der anderen organischen Körper bewirke, hat man das Holz dadurch zu conserviren gesucht, dass man den Zutritt der Luft verhinderte. Wenn es auf diese Weise gelang, in verschiedenen Fällen eine wirksame Conservirung des Holzes zu erreichen, so ist dies nicht auf den Abschluss der Luft resp. des Sauerstoffes, sondern

1. auf das Fernhalten der Pilze,
2. auf das Abhalten der Feuchtigkeit als günstiges Moment der Zersetzung

zurückzuführen.

Die Conservirungsmethode des Holzes durch Luftabschluss erweist sich nur dann wirksam, wenn das Holz vollständig trocken erhalten bleibt. Feuchtes und Zersetzungserreger enthaltendes Holz unterliegt, auch wenn dasselbe mit einem luft- und wasserdichten Ueberzug versehen wird, bald der Fäulniss. Durch den luftabschliessenden Ueberzug wird der Fäulnissprocess insofern beschleunigt, als dadurch verhindert wird, dass derartiges Holz austrocknen kann und dadurch die günstigsten Bedingungen für die Fäulniss des Holzes erhalten bleiben. — Um den Luftabschluss bei dem Holze zu erreichen, wählt man verschiedene Wege, und zwar:

1. das Ueberziehen des Holzes mit einer für Luft undurchdringlichen Schicht,
2. das Umhüllen mit Lehm oder Metallplatten,
3. Verschliessen der Poren durch Eintauchen in eine Flüssigkeit, welche nach dem Verdampfen der Lösungsmittel die Poren verschliesst,
4. Erzeugung von unlöslichen Niederschlägen im Holz durch Eintauchen in Flüssigkeiten.

a) Conservirung des Holzes durch Ueberziehen mit einer für Luft undurchdringlichen Schicht.

Eine der gewöhnlichsten Methoden, um das Holz mit einer luftabschliessenden Schicht zu überziehen, ist der Holzanstrich, der gleichzeitig auch noch zur Decoration des Holzes dient. Von den Holzanstrichen sind als die wirksamsten und gebräuchlichsten die Oelfarbenanstriche zu bezeichnen.

Nach der Verharzung des Leinöls bildet die Oelfarbe einen elastischen und luft- und wasserdichten Ueberzug auf dem Holze. Der Oelfarbenanstrich haftet um so besser und hält um so länger, je dünner das Auftragen der Farbe bei mehrmaliger Wiederholung stattgefunden hat. Der Oelfarbenanstrich wird nach einer gewissen Zeit, rascher an feuchten und warmen Plätzen, wo eine öftere Condensation und Verdampfung von Wasser auf dem Oelfarbenanstrich stattfindet, bald rissig und bildet in diesem Falle, wenn die Risse nicht durch einen neuen Anstrich ausgefüllt werden, kein wirksames Schutzmittel mehr. Für Holz, das in Kellern oder Wohnungen der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, hat man in neuerer Zeit anstatt des Oelfarbenanstrichs andere wasserdichte Anstriche empfohlen.

Wir wollen die Herstellung einiger Anstriche beschreiben:

G. Wolff in Frankfurt a. Main[1] verwendet folgende Masse zum Schliessen von Holzporen. Diese besteht aus 1 Kg. Terpentinöl, 1,5 Kg. Leinölfirniss, 1 Kg. Siccativ und 0,5 Kg. fettem Lack, gemischt mit 4—5 Kg. Stärke.

Hannay[2] liess sich folgendes Mittel gegen die Zerstörung von Schiffsbauhölzern und andern unter Wasser befindlichen Gegenständen patentiren:

60 Th. Alkohol, 9 Th. Schellack, 4 Th. Harz, 3 Th. Gallipot, 2 Th. weiches Gallipot, 4 Th. arsensaures Kupfer, 3 Th. arsensaures Quecksilber, 9 Th. chromsaures Quecksilber, 6 Th. Farbstoff werden gemischt und aufgetragen.

H. A. Harvay[3] verwendet für den gleichen Zweck eine Mischung von Arsenkies, Eisen- oder Zinkoxyd und Leinöl.

G. Gehring[4] stellt auf folgende Weise eine wasserdichte Anstrichmasse für Holz her:

60 Th. Paraffin, 15 Th. Wachs, 30 Th. palmitinsaure Thonerde, letztere erhalten durch Fällung von einer Lösung Palmitinseife und Alaun,

werden zusammengeschmolzen.

Die zu bestreichenden Steine, Metalle, Holz etc. werden auf 60 bis 90° erwärmt und mit der Masse bestrichen.

Zur Herstellung eines Schutzmittels gegen Seewasser, Dämpfe und dergl. fällt A. B. Rodyk in London[5] eine Kupferoxydlösung

[1] Deutsches Reichs-Patent No. 13864.
[2] Chem. Industrie 1879. No. 8. S. 204.
[3] Chem. Industrie 1879. No. 8. S. 204.
[4] Deutsches Reichs-Patent No. 19298.
[5] Deutsches Reichs-Patent No. 18308. Wagner, J.-B. 1882. S. 1038

mittelst Zink und mischt das durch Fällung erhaltene Kupfer mit dem als Va-ni-shi bekannten Saftes des chinesischen Oelfirnissbaums (Elaeococcus Vernicis Juss).

Ein schon sehr lange bekanntes und häufig angewendetes Anstrichmittel ist Steinkohlentheer. Obgleich der Steinkohlentheer sich sehr gut auftragen lässt und der Anstrich nicht hygroskopisch und sogar, wie wir später sehen, antiseptische Eigenschaften besitzt, so eignet er sich jedoch in Fällen, besonders da, wo die angestrichenen Hölzer direct den Lichtstrahlen ausgesetzt werden, nicht, weil er in Folge der dunklen Färbung, die das mit Theer angestrichene Holz annimmt, sich mehr erwärmt, eine ungleichmässige Ausdehnung und hierdurch Reissen des Holzes hervorruft.

Eine andere Composition, welche mehr Widerstandskraft gegen die Zerstörung des Holzes durch die Sonne leistet, wird dadurch hergestellt, indem man 2 Volumtheile Steinkohlentheer, 1 Volumtheil Holztheer mit etwas Colophonium aufkocht und dann mit 4 Volumtheilen trockenem Aetzkalk zusammenrührt.

Zur Herstellung anderer sich gut eignender Anstriche werden nach Mayer[1] Milch oder frischer Käse mit einer Mischung von Cement benutzt. In Finnland bestreicht man das Holz, das der Witterung trotzen soll, mit einer Mischung von 10 Th. Roggenmehl und 30 Th. Wasser, woraus ein Brei zusammengerührt wird, dem man alsdann noch 94 Th. einer $4^1/_2$ proc. Zinkvitriollösung und eine heisse Lösung von 3 Th. Colophonium und 20 Th. Thran zusetzt.

Wir unterlassen es, noch weitere Recepte für die Herstellung von Anstrichen für Holz zum Zwecke der Conservirung desselben anzuführen.

Die Conservirung des Holzes durch Umhüllung mit einer von Luft undurchdringlichen Schicht eignet sich weniger für Bauhölzer, Eisenbahnschwellen und Bergwerksgebälken, weil diese meistens nicht in einem so trockenen Zustande verwendet werden können, wie es diese Conservirungsmethode verlangt, und weil der Schutz gegen Feuchtigkeit, wie er durch die verschiedenen Anstriche erreicht wird, nicht von grosser Dauer ist und, wie schon früher erwähnt, öfter erneuert werden muss.

Dagegen eignet sich diese Conservirungsmethode namentlich für kleinere Holztheile wie z. B. Gartenmöbel etc., die nur vorübergehend der Feuchtigkeit ausgesetzt sind und, wenn nöthig, der Anstrich an diesen erneuert werden kann.

---

[1] Chem. Technologie der Baumaterialien. S. 120.

b) Conservirung des Holzes durch Umhüllung mit Lehm oder Metallplatten.

Wenig oder fast gar keinen praktischen Werth haben die Conservirungsmethoden des Holzes, die auf den Umhüllungen des Holzes, sei es mit Lehm oder Metallplatten etc., beruhen. Lehm und andere Thonarten als Umhüllungsmaterial benutzt, hält nur in sehr beschränktem Masse die Feuchtigkeit vom Holze ab und Holzarten, welche schon Zersetzungskeime enthalten, unterliegen ebenso der Fäulniss wie nicht umhüllte. Durch Umhüllung mit Metallplatten, die aber in den meisten Fällen zu kostspielig sind, kann zwar das Holz gegen das Eindringen der Feuchtigkeit geschützt werden, aber auch hier kann Fäulniss des Holzes eintreten, wenn letzteres, ehe es mit Metallplatten umhüllt wurde, Fäulnisserreger enthielt und nicht gehörig ausgetrocknet war.

Die Umhüllung mit Metallplatten ist mit geringem Erfolg angewandt worden, um das Holz vor den Angriffen der Seethiere und Bohrwürmer zu schützen.

c) Conservirung des Holzes durch Eintauchen in Fett etc. oder in Flüssigkeiten, welche nach dem Verdampfen der Lösungsmittel die Poren verschliessen.

Weit wirksamer als durch Anstrich oder durch Umhüllung mit Lehm, Metallplatten etc. lässt sich die Conservirung des Holzes durch Eintauchen in Flüssigkeiten, welche die Poren später verstopfen, bewirken. Streng genommen, müssten diese Methoden zu den Imprägnirmethoden gerechnet und dort beschrieben werden. Wir ziehen jedoch vor, diejenigen Methoden, die sich auf Verstopfen der Poren des Holzes resp. auf Abschluss der Luft beziehen, ohne dass die dazu verwendeten Stoffe antiseptische Eigenschaften haben, hier zu betrachten, während wir bei den Imprägnirungsmethoden nur diejenigen Verfahren beschreiben, die sich auf Tränkung des Holzes mit antiseptischen Substanzen beziehen.

Um durch Verstopfen der Poren eine wirksame Conservirung des Holzes zu erreichen, muss das Holz möglichst trocken und nicht von Pilzen bereits inficirt sein. Zweckmässig geht daher dieser Behandlungsweise eine Trocknung des Holzes im Trockenofen oder im Lufttrockenapparat, oder im heissen Dampf, wie schon vorher beschrieben, voraus, um die Feuchtigkeit möglichst daraus zu entfernen und die Tödtung der im Holze enthaltenen Pilzmycelien zu bewirken.

Zum Ausfüllen der Poren wendet man entweder Fette, Paraffin, Harz etc. entweder in geschmolzener oder in gelöster Form an. Die Verwendung von Theer, die auch beschrieben werden müsste werden wir, da derselbe antiseptische Eigenschaften besitzt, später bei den Imprägnirmethoden besprechen.

B. Champy empfahl 1813 zuerst das Eintauchen des Holzes in Talg, der auf 120° erhitzt war. Harz gelöst in Terpentinöl wurde 1835 von Payen empfohlen. Eintauchen in Paraffin wurde von der Holl. Akademie, vorgeschlagen.

Nach unserer Ansicht bewährt sich am zweckmässigsten eine Mischung von Harz und Paraffin. gelöst in gewöhnlichem Petroleum-Benzin. Um möglichst grosse Quantitäten Harz auflösen zu können, verfährt man bei Bereitung der Lösung in folgender Weise:

In ein Gefäss, welches mit einem verschliessbaren Deckel versehen ist, werden 3 Theile Benzin gebracht und darin $1^1/_2$ Theile geschmolzenes Paraffin unter Umrührung gelöst. Das Gefäss, in welchem die Lösung des Benzins und Paraffins vorgenommen wird, ist zweckmässig mit einem Dampfmantel zu versehen, um durch Dampf bis 30—35° C. erwärmt werden zu können. Der auf 30—35° erhitzten Paraffinlösung setzt man so viel fein gepulvertes Colophonium zu, als sich löst. Gewöhnlich kann man $1^1/_2$ bis 2 Theile Colophonium zusetzen. In die so vorbereitete, auf 40° erhitzte Flüssigkeit werden die vorher getrockneten Hölzer 4– 5 Stunden. dickere länger (10 bis 12 St.) eingelegt. Durch Abdestilliren in einem geeigneten Destillationsapparate kann das zur Lösung verwandte Benzin wieder gewonnen werden. Das auf diese Weise mit Paraffin und Harz getränkte Holz ist sehr wasserdicht. Das Verfahren ist gegenüber den anderen gebräuchlicheren Conservirungsmethoden etwas kostspielig. Wir beschreiben später einen Apparat, der zum Imprägniren verwendet werden kann.

d) Conservirung des Holzes durch Erzeugung von unlöslichen Niederschlägen im Holze durch Eintauchen in Flüssigkeiten.

Weit weniger als durch Tränkung des Holzes mit Fett und Paraffin lässt sich ein Abschluss der Luft resp. Feuchtigkeit durch Erzeugung von unlöslichen Niederschlägen in dem Holze bewirken. Am besten gelingt das Verstopfen und Wasserdichtmachen durch Erzeugung von unlöslichen Seifen. Die meisten im Holze erzeugten metallischen unlöslichen Verbindungen, besonders wenn die Durch-

dringung des Holzes damit nur sehr oberflächlich ist. verhindern das Eindringen des Wassers nur für eine gewisse Zeit. Nur bei den Fetten, Paraffin und Seifen wird. da durch dieselbe die Flächenanziehung des Wassers zu dem Holze aufgehoben wird, das Eindringen des Wassers verhindert.

Bei der Ausführung verfährt man in folgender Weise:

Das zu conservirende Holz wird zuerst in eine Flüssigkeit, beispielsweise Zinkvitriol, getaucht, um die Holzmasse bis zu einer gewissen Tiefe zu durchtränken. Um das Eindringen der Flüssigkeit zu beschleunigen. kann dieselbe in geeigneten Apparaten, die wir später beschreiben, unter Druck eingepresst werden. Hierauf wird das so durchtränkte Holz in eine andere Flüssigkeit, z. B. Chlorbarium oder Seifenlösung eingelegt und diese Lösung ebenfalls durch Druck noch besser eingepresst.

Um durch Wechselzersetzung von zwei Salzen einen unlöslichen Niederschlag in dem Holze zu bilden. hat man folgende Mittel in Vorschlag gebracht. Pallas empfahl 1789 Eintauchen in Eisenvitriollösung, nachher in Kalkwasser. Durch den Kalk wird in dem Holze Eisenoxydul erzeugt, das später oxydirt und schwefelsauren Kalk bildet. Cosse empfahl 1828 das abwechselnde Eintauchen in Salzlösung, die sich gegenseitig im Holz umsetzen und in demselben einen unlöslichen Rückstand hinterlassen, allgemein. So sollte beispielsweise durch abwechselndes Eintauchen in Chlorcalciumlösung und Eintauchen in schwefelsaure Natronlösung in dem Holze schwefelsaurer Kalk erzeugt werden.

Treffy verwendet zu gleichem Zwecke Kupferchlorid und Kalkwasser. Muenzing empfahl 1841 die Zersetzung des Manganvitriols durch Kalk. Rurees (1844) tauchte das Holz zuerst in Eisenvitriol und dann in Wasserglas. De Saint (1845) imprägnirte das Holz zuerst mit Zinkchlorid oder Zinkvitriol und dann das Eintauchen in eine schwache Seifenlösung. Durch Wechselzersetzung wurde eine unlösliche Zinkseife im Holze niedergeschlagen.

Ransome (1845) presste unter Druck Wasserglas in das Holz und zerlegte dieses durch Eintauchen des Holzes in eine Säure. Dabei wurde Kieselsäure abgeschieden. Benzat & Banner (1846) pressten durch einen geeigneten Apparat Kupfervitriol ins Holz und zersetzen diesen durch Chlorbaryum. Daraus bildete sich lösliches Kupferchlorid und schwefelsaurer Kalk.

Payne (1846) empfahl das Ablagern von Schwefelverbindungen in den Poren des Holzes durch abwechselndes Eintauchen in Schwefelbaryum und Eisenvitriol. Es bildet sich in diesem Falle Schwefel-

eisen und schwefelsaurer Baryt. Das Einpressen dieser Lösung geschah, indem erst ein luftleerer Raum erzeugt und dann die Flüssigkeit unter Druck eingepresst wurde.

Pollack (1850) durchtränkt das Holz abwechselnd mit Schwefelcalcium und Manganvitriol.

François (1850) zersetzte Zinksalze durch Sulfide der Alkali- oder Erdmetalle.

Meyer d'Uslar (1851) tauchte das Holz erst in Wasserglas, dann in Borsäure oder borsaures Natron.

Real (1855) zersetzte Zinkchlorid und Zinkvitriol durch Schwefelbaryum.

Grasset (1856) empfahl das Imprägniren mit Kupfervitriol und Schwefelcalcium. Es bildet sich Schwefelkupfer und schwefelsaurer Kalk (Gyps).

Haut de Lassus (1856) imprägnirte das Holz erst mit Schwefelcalcium oder Schwefellithium (letzteres wird für diesen Zweck etwas zu kostspielig sein) und dann mit Eisenvitriol. Es bildet sich schwefelsaurer Kalk und Schwefeleisen.

Die meisten der hier mitgetheilten Verfahren sind theoretische, nur wenige Verfahren sind einer praktischen Prüfung im Grossen unterworfen worden.

Die wesentlichsten Nachtheile bei der Conservirung des Holzes durch Erzeugung von unlöslichen Niederschlägen in dem Holz sind nach unserer Ansicht folgende:

1. erfordert das zweimalige Imprägniren mit beiden Salzlösungen, welche durch Wechselzersetzung den unlöslichen Niederschlag bilden, die doppelte Zeit, wie das einfache Imprägniren;
2. geht die Wechselzersetzung im Holze nur sehr unvollständig vor sich und entsteht nur gewöhnlich in der obersten Schicht ein unlöslicher Niederschlag;
3. wird bei Erzeugung von metallischen unlöslichen Niederschlägen niemals ein vollständiger Abschluss der Luft und Feuchtigkeit erreicht.

Vortheilhaft wäre diese Methode gegenüber dem Durchtränken des Holzes mit Fett- und Paraffinlösungen oder einfachem Imprägniren mit Metallsalzlösungen, wenn es festgestellt wäre, dass die bei der Wechselzersetzung entstehenden unlöslichen Salze noch antiseptische Eigenschaften hätten. Es würde dann bei diesem Verfahren

1. eine Tödtung der Fäulniss- und Zersetzungserreger erreicht und

2. verhindert, dass die antiseptisch wirkende Substanz durch Auswaschen, wie dies beim einfachen Imprägniren mit Metallsalzlösung häufig der Fall ist, aus dem Holz entfernt würden.

Die Conservirung des Holzes durch Imprägnirung mit antiseptischen Substanzen.

Ehe wir zur Beschreibung der Wirksamkeit der zur Conservirung des Holzes in Vorschlag gebrachten verschiedenen chemischen Substanzen schreiten, wollen wir zuerst die verschiedenen angewandten Imprägnirungsmethoden betrachten. Diese getrennte Behandlung empfiehlt sich desshalb, weil die eine Imprägnirmethode zum Imprägniren der verschiedensten chemischen Substanzen benutzt werden kann und die Vortheile und Nachtheile, welche eine solche Imprägnirmethode von Haus aus hat, allgemeine sind, und daher unabhängig von den im speciellen Falle zum Imprägniren verwandten chemischen Substanzen betrachtet werden müssen.

Die verschiedenen Verfahren, deren man sich bedient, um zur Conservirung dienende Substanzen in das Holz zu bringen, lassen sich in folgender Weise classificiren:

1. Ein- oder mehrmaliges Anstreichen der Hölzer;
2. Einlegen der Hölzer in die kalte oder erwärmte Imprägnirflüssigkeit;
3. Kochen der Hölzer in der Imprägnirflüssigkeit;
4. Einpressen der zur Conservirung dienenden Flüssigkeit unter Druck
   a) bei vorhergehender Evacuirung,
   b) bei vorhergehendem Dämpfen des Holzes,
   c) bei vorhergehendem künstlichen Trocknen des Holzes mit oder ohne Evacuirung;
5. Einpressen der Imprägnirflüssigkeit durch hydraulischen Druck
   a) bei noch auf den Wurzeln stehenden Stämmen,
   b) bei den bereits gefällten unbehauenen Stämmen;
6. Aufsaugung der Imprägnirflüssigkeit (in der Nähe der Wurzeln) durch die gewöhnliche Lebensthätigkeit der Pflanze;
7. das Holz wird den Dämpfen der conservirenden Substanz ausgesetzt.

Die unvollkommenste und unzureichendste Methode ist das ein- oder mehrmalige Bestreichen des Holzes mit der antiseptischen Flüssigkeit. Dass hierbei nur eine ganz oberflächliche Durchtränkung des Holzes und somit auch nur eine Conservirung erreicht wird, die

nicht lange dauern kann. besonders dann, wenn die zum Imprägniren verwandten Stoffe durch ihre Löslichkeit im Wasser aus dem Holz ausgewaschen werden, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Die Methode wird daher auch nur da Anwendung finden können, wo es sich darum handelt, Holz, welches vor den Einflüssen der Witterung geschützt ist, beispielsweise Möbel etc. (besonders vor dem Insektenfrass) zu conserviren.

Bei der zweiten Methode: Einlegen in die kalte oder erwärmte Imprägnirflüssigkeit, wird zwar bei hinreichend langer Einwirkung eine tiefergehende Durchtränkung des Holzes erreicht, aber in den meisten Fällen genügt die Dauer der Einwirkung nicht. Diese Methode wird heute nur noch bei der Imprägnirung des Holzes mit Sublimat (Quecksilberchlorid) oder bei der sogenannten Kyanisirung des Holzes mit Erfolg angewandt. Bei der Imprägnirung des Holzes mit Zinksalz- und anderen Metallsalzlösungen hat dieselbe sehr ungünstige Resultate ergeben und ist schon seit einiger Zeit durch das Imprägniren unter hydraulischem oder pneumatischem (Dampf-) Druck überall verdrängt worden. Warum diese Imprägnirmethode bei der Anwendung von Quecksilbersalzen so günstige Resultate giebt, ist noch nicht ganz aufgeklärt (wir kommen darauf später zurück), spricht aber sehr zu Gunsten der grossen conservirenden Eigenschaften des Quecksilberchlorids.

Anwendung von erwärmten Flüssigkeiten statt kalten beschleunigt die Imprägnirung nur sehr wenig und bewirkt kein viel tieferes Eindringen der Imprägnirungsflüssigkeit.

Die dritte Methode: Kochen des Holzes in der Imprägnirungsflüssigkeit hat kaum günstigere Resultate ergeben als die vorhergehende Methode. Auch bei diesem Verfahren findet, wenn das Kochen, wie dies meistens geschieht, nur einige Stunden fortgesetzt wird, nur eine oberflächliche Durchtränkung des Holzes statt. Dagegen gewährt das Kochen folgende nicht unwichtige Vortheile:

1. werden bei hinreichend langem Kochen alle in dem Holze vorhandenen Pilze oder deren Mycelien getödtet;
2. werden die in dem Holzsafte enthaltenen Eiweisskörper coagulirt und dadurch der Fäulniss weniger zugänglich gemacht.

Die gebräuchlichste und in der neuesten Zeit, namentlich in England angewandte Methode ist die des Einpressens der Imprägnirungsflüssigkeit unter Druck. Man bezeichnet diese von dem Franzosen Bréant 1831 erfundene Methode auch mit dem Namen pneumatisches Verfahren. Wie kein anderes Verfahren ermöglicht die

Bréant'sche Methode eine möglichst vollständige Durchtränkung. Bréant gelang es, nach seinem Verfahren Holz von Kiefern, Tannen, Buchen, Pappeln und den Splint von Eichenholz vollständig zu imprägniren, während der Kern des Eichenholzes nur theilweise durchdrungen war. Ja, Bréant brachte es soweit, die Poren der Hölzer mit der bekannten leichtflüssigen d'Arcet'schen Metall-Legirung zu füllen.

Das Bréant'sche Verfahren wurde von Bethell, Payen und Burnett ausgebildet und praktisch angewandt. Das Princip, welches diesem Verfahren zu Grunde liegt, ist folgendes. Die Hölzer werden in geschlossene metallene Gefässe gebracht, diese mittelst einer Luftpumpe evacuirt und dadurch die Luft aus den Hohlräumen im Innern des Holzes ausgesaugt und dann unter hohem Druck die Imprägnirungsflüssigkeit einströmen gelassen. Auf die das Holz umgebende Flüssigkeit wird ein Druck bis zu 10 Atmosphären wirken gelassen, dabei wird die Imprägnirungsflüssigkeit mit grosser Energie in die Saftkanäle und in die Zwischenräume des Zellgewebes getrieben.

Im Nachfolgenden geben wir erst eine Beschreibung der Vorrichtungen und Apparate nach dem Burnett'schen System, wie sie von Baumeister[1] dargestellt worden sind, und dann die Beschreibung der pneumatischen Präpariranstalt in Braunschweig, wie sie von Buresch[2] gegeben wird.

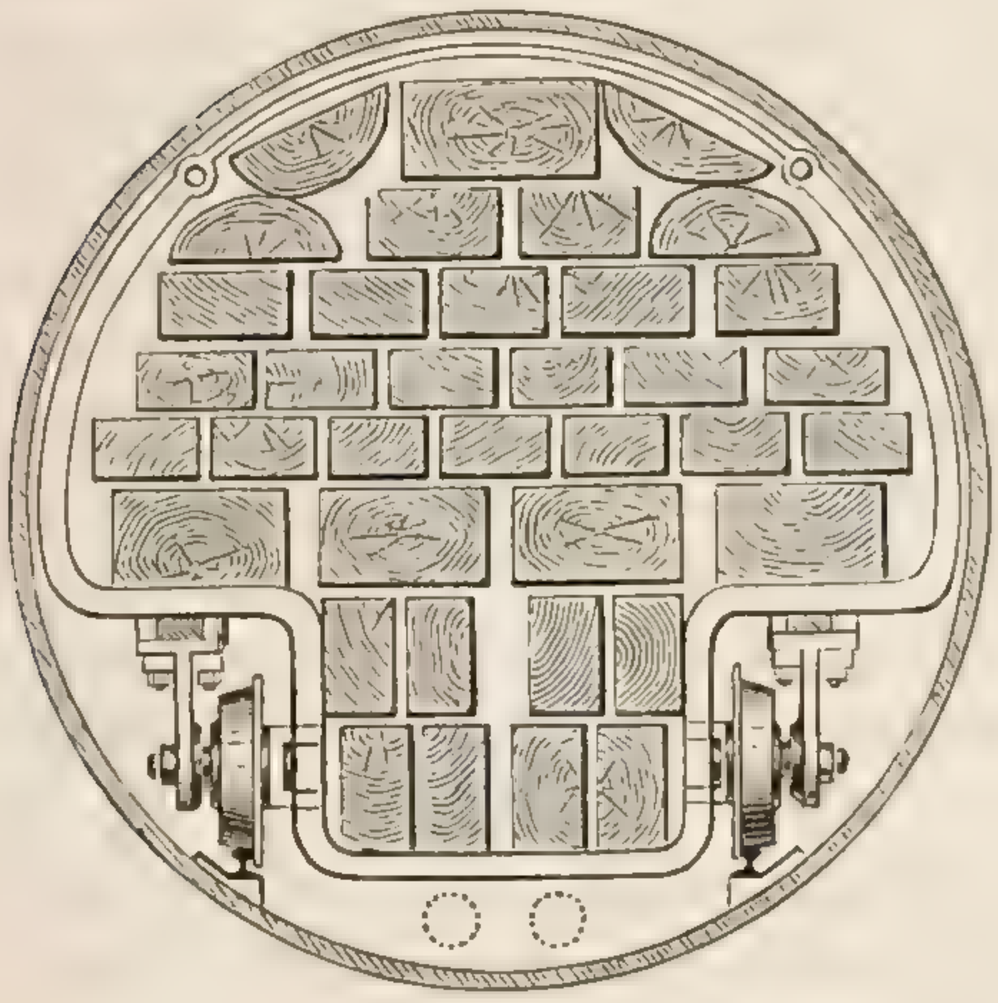
Das Imprägnirgefäss des Systems Burnett ist ein Kessel (Fig. 32), cylindrisch mit halbkugelförmigen Enden. Die Länge des cylindrischen Theiles beträgt gewöhnlich 4 Schwellenlängen (9 M., 6—10 M.) und der Durchmesser 1 M. 8 Cm. Zweckmässig wären beide Dimensionen zu vermehren, um weniger unbenutzten Raum zu haben und gelegentlich ganz lange Hölzer behandeln zu können (etwa 6 Schwellenlängen, 15 M. und 2 M.). Die Construction des Kessels aus 10 Mm. starkem Blech ist die gleiche wie die eines Dampfkessels. Nur ist der vordere halbkugelförmige Kopf zum Abnehmen eingerichtet und kann mit Hilfe einer Rollvorrichtung seitwärts geschoben werden, um den Kessel zu öffnen. Die Verbindung beider Theile wird durch starke Flanschen, einen zwischengelegten Reif aus gefettetem Hanf und Schraubenbolzen bewerkstelligt. Da letztere viel gebraucht und auf Festigkeit stark beansprucht sind, so bestehen sie meist aus Stahl, haben 40 Mm. Durchmesser und sind in Abständen von nur 100 Mm. angeordnet. Im Kessel befindet sich ein Schienengleis mit enger Spur, der Schluss

[1] Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik. 1877. S. 196.

[2] Der Schutz des Holzes gegen Fäulniss und sonstiges Verderben. Dresden 1880, bei Rudolf Kuntze.

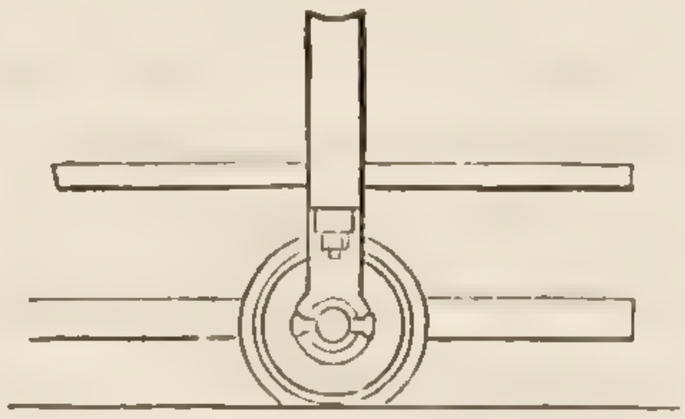
von Gleisen, welche den Holzlagerplatz durchziehen. Die betreffenden Transportwagen schliessen sich der Kesselform möglichst genau an und bestehen ausser ihren vier Rädern (Fig. 33) hauptsächlich aus zwei grossen eisernen Bügeln, deren oberer Theil durch Charniere beweglich ist, um das Laden zu erleichtern. Die Wagen bleiben während des Präparirens im Kessel; so viele in letzterem hintereinander Platz haben (also gewöhnlich 4) bilden einen Satz. Ein Wagen nimmt, je nachdem die Hölzer stark, gerade u. s. w. sind, 30—40 Eisenbahnquerschwellen auf. Weichenschwellen ragen etwa in die Kugelhauben hinein und Lagerhölzer werden auf zwei Wagen geladen.

Fig. 32.



Pneumatischer Präparirkessel.

Fig. 33.



Seitenansicht eines Rades vom Schwellenwagen aus Fig. 32.

Zu einer Imprägniranstalt mit wohlgeordnetem Betrieb gehören mindestens zwei Kessel und drei Wagensätze, damit jederzeit ein Kessel gefüllt, der zweite im Auswechseln der Hölzer begriffen und der dritte Wagensatz auf dem Lagerplatz vorbereitet wird. Jeder Kessel ist mit Sicherheitsventil, Wasserstandsglas, Lufthahn, Manometer und allen den Röhren versehen, welche die Verbindung der Kessel unter sich, sowie mit Dampfkessel, Luftpumpen, Druckpumpen und Cisternen herstellen. Für die angegebene Zahl und Grösse der Präparirkessel bedient man sich gewöhnlich eines für 10 Pferdekräfte eingerichteten Dampfkessels (namentlich wenn die Hölzer gedämpft werden sollen) und einer Dampfmaschine von 4 Pferdekräften. Letztere wirkt mittelst Ausrückvorrichtungen nach Belieben auf eine Luftpumpe (gewöhnlich mit zwei Cylindern unter Wasserliederung), auf eine Wasserpumpe (zum Herbeischaffen des Wassers für die Laugemischung, sowie zur

Kesselspeisung), auf eine kleine Druckpumpe (mit Saugrohr aus der Cisterne) und Druckrohr in den Präparirkessel, endlich auch öfters auf den Apparat zum Schwelleneinschneiden und auf eine Holzsäge. Alle diese Gegenstände werden in einem Gebäude untergebracht. Die Anlagekosten einer Imprägniranstalt von der beschriebenen Ausdehnung sind an einigen Orten auf über 60 000 M. zu stehen gekommen. Bei der Ausführung verfährt man in folgender Weise:

Alles Holz wird vor der Präparation fertig bearbeitet, hierauf in den Kessel gebracht, dieser verschlossen und Dampf eingeleitet. Nach dem Anlassen des Dampfes muss wiederholt der oben auf dem Kessel befindliche Lufthahn geöffnet werden, bis die im Kessel enthaltene Luft entwichen ist, sowie ein Ablasshahn unten, um den aus dem Holze getriebenen Saft herauszunehmen. Die Spannung im Imprägnirkessel ist anfangs geringer als die des Dampfkessels. sie steigt allmählich wieder, bis die Hölzer etwa die Siedehitze erreicht haben. Wann dieser Zeitpunkt erreicht ist, kann aus Proben (Einschluss von Rose'schem Metall in Holz von verschiedenen Dimensionen) erkannt und fernerhin am Manometer abgelesen werden. In Gefässen von oben angegebener Grösse dauert das Dämpfen gewöhnlich drei Stunden, die Dampfspannung beträgt schliesslich wenig mehr als 1 Atmosphäre (gegen 4 im Dampfkessel), die Temperatur des gegen das Ende abgelassenen Holzsaftes 80—90° C. Der Dampf wird nun abgestellt und so lange durch den Ablasshahn ausgeblasen, bis der Rest, eine Mischung von Wasserdampf und Luft, aus den Holzzellen auf gewöhnliche atmosphärische Spannung hinuntergegangen. Hierauf — oder manchmal noch etwas früher — wird die Luftpumpe in Arbeit gesetzt und der Kessel evacuirt. Der Zweck dieser Operation besteht darin, Luft, Wasserdampf und Saft, soweit möglich, aus dem Holze zu extrahiren und es dadurch recht geneigt zur Aufnahme der antiseptischen Flüssigkeit zu machen. Man will zuweilen der absoluten Luftleere ziemlich nahe gekommen sein, doch dürfte ein geringerer Grad als genügend anzusehen sein, da die Aufnahmefähigkeit des Holzes bei weiterer Arbeit der Luftpumpe nicht erheblich gesteigert wird.

Ist eine genügende Luftleere erzielt, so wird bei fortwährendem Weiterarbeiten der Luftpumpe die Imprägnirungsflüssigkeit in dem Kessel gesaugt und dann durch die Druckpumpe bis 8 Atmosphären Druck auf die Flüssigkeit gegeben.

Wir unterlassen es, hier die weiteren Operationen näher zu beschreiben, da wir bei Beschreibung des Braunschweiger Imprägnirverfahrens die weiteren Details angeführt haben.

Beschreibung der pneumatischen Präparir-anstalt für Eisenbahnschwellen.[1]

Die zu dieser Anstalt nothwendigen Apparate und Vorrichtungen sind folgende:

1. Imprägnirkessel, gewöhnlich genügen 2 Stück; grössere Anstalten können deren 4 gebrauchen, ohne dass die übrigen Einrichtungen vergrössert werden müssen. Die Imprägnirkessel sind 1,75 M. im Lichten weit. 9,5 M. lang (für 4 Schwellenlängen), mit Kugel- oder Segmentköpfen versehen und von 9 Mm. starken Eisenplatten hergestellt. Der eine Kopf jedes Kessels ist zum Abnehmen eingerichtet. Damit leicht ein luft- und dampfdichter Verschluss zwischen Kopf und Kessel hergestellt werden kann, ist der erstere mit einem starken gusseisernen, der letztere mit einem schmiedeeisernen Ringe versehen; die Berührungsflächen beider sind abgedreht. Die Verbindung zwischen Kopf und Cylinder wird durch Schraubenbolzen hergestellt, welche mit ihrem Schafte sich in die Einschnitte des Gusseisenringes des Kesselkopfes legen, mit einem Haken am Kopfe hinter die etwas hinterwickelte Kante des Schmiedeeisenringes am Cylinder fassen und mit ihrer Mutter gegen eine Brust am erstgenannten Ring sich legen. Um beim Anziehen und Lösen der Schrauben überall gut ankommen zu können, sind unten an den Enden der Kessel Gruben angelegt, in welche die Arbeiter treten und in welchen zugleich Holzkästen von entsprechender Grösse aufgestellt werden, in welche die beim Oeffnen der Imprägnirkessel etwa auslaufende Präparirflüssigkeit fliesst.

Zur vollständigen Dichtung wird zwischen die Stirnflächen der beiden Kesseltheile ein Reif von starkem Draht oder starkem Flacheisen gelegt, welcher mit talggetränktem Hanf umwickelt ist.

An einer geeigneten Balancirvorrichtung, die ein leichtes Wegnehmen und Aufsetzen ermöglicht, ist der bewegliche Kesselkopf aufgehängt.

In dem Kessel befinden sich auf angenieteten Winkeln, lose eingelegt, Schienen für den Wagenlauf, welche indess nur bis an den losen Kopf reichen und durch bewegliche, über die Gruben reichende Schienenstücke mit der vor dem Kessel liegenden festen Schienenbahn verbunden werden können, sobald der Kesselkopf beseitigt ist.

[1] Buresch, Der Schutz des Holzes. Dresden 1880.

Ausserdem ist der Kessel mit einem Vacuometer, Manometer, Wasserstandsglas und Sicherheitsventil versehen. Gewöhnlich liegt der Imprägnirkessel etwas geneigt, um die Imprägnirungsflüssigkeit möglichst vollständig abfliessen lassen zu können. Die Kessel ruhen auf soliden Fundamenten aus Mauerwerk und sind, um Wärmeverluste durch Ausstrahlung zu verhindern, mit Holzkästen, die mit Stroh ausgekleidet sind, verdeckt. Um das Rosten der Kessel zu vermeiden, werden sie vor der Umhüllung mit Oelfarbe oder Gastheer angestrichen.

2. Ein Dampfkessel für 10 Pferdekräfte, um die Maschine zu treiben und den nöthigen Dampf zum Dämpfen des Holzes zu liefern. Da die Dampferzeugung beim Betriebe des Präparir-Apparates oft rasch gesteigert oder vermindert werden muss, ist der Feuerbau dementsprechend mit Registern einzurichten.

3. Eine Dampfmaschine von etwa 6 Pferdekräften mit einer Kesselspeisepumpe und Luftsaugepumpe verbunden. Die Kraft der Dampfmaschine ist in der Regel, wenn nicht etwa die Beschaffung des nöthigen Wassers besondere Rücksicht erfordert, weniger nach der Zahl als nach der Grösse der einzelnen Imprägnirkessel zu bemessen, indem jeweilig nur ein Kessel durch die Maschine betrieben wird. Bei Imprägnirkesseln von 9,5 M. Länge, welche innerhalb einer halben Stunde bis auf 30—60 Mm. Druck evacuirt werden sollen und bei denen der Ueberdruck während des Imprägnirens drei Atmosphären betragen soll, macht die Maschine 40—45 Umdrehungen pro Minute und muss der Kolben des Dampfcylinders einen Durchmesser von 0,30 M. und eine Hubhöhe von 0,60 M. haben.

4. Eine gut wirkende Luftsaugepumpe, welche ebenfalls einen Kolbendurchmesser von 0.30 M. und eine Hubhöhe von 0,60 haben muss. Dieselbe ist in der aus beifolgender Zeichnung ersichtlichen Weise mit Imprägnirkessel verbunden.

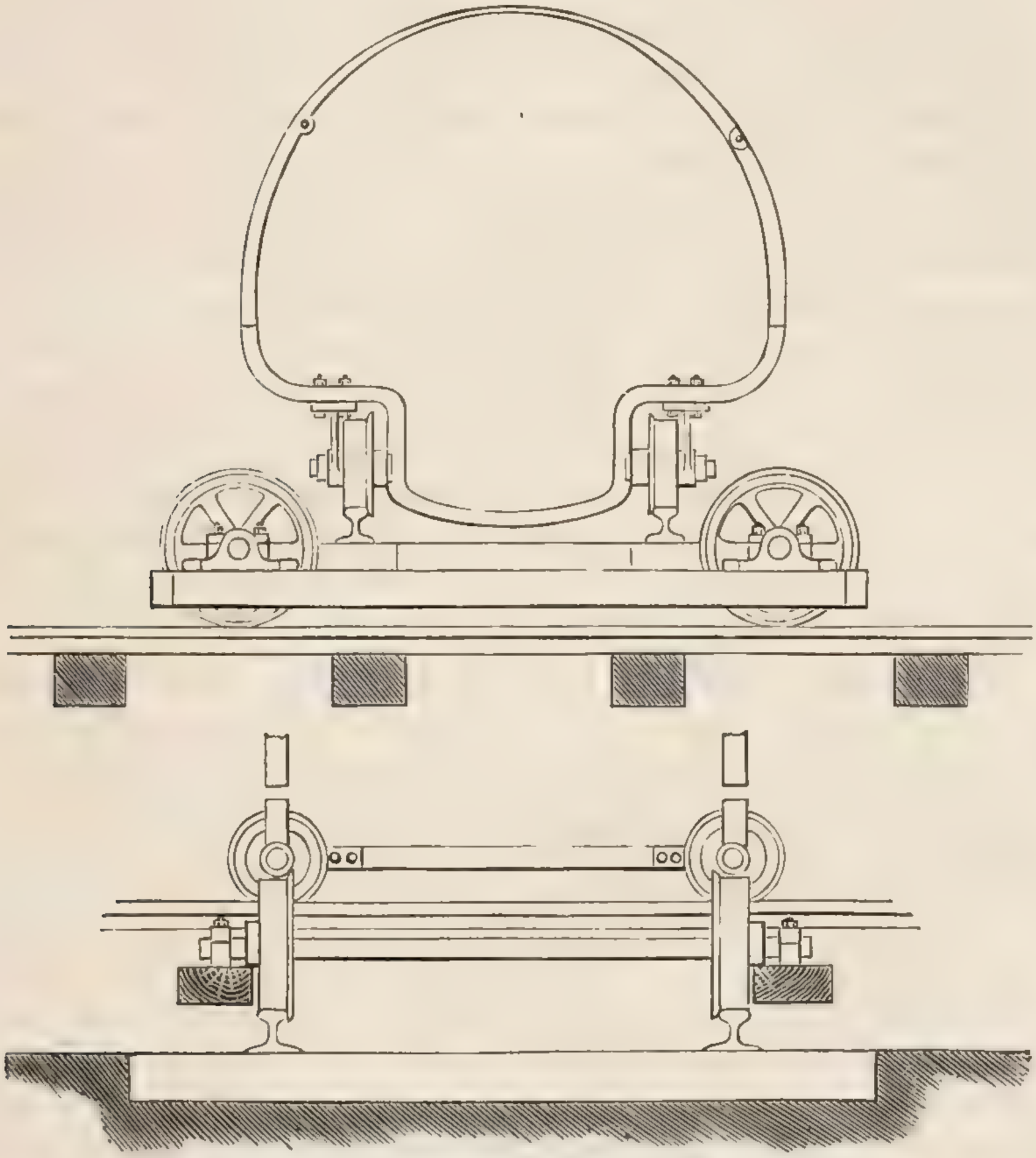
5. Die Wasserpumpe zum Herbeischaffen des für die Imprägnirungsflüssigkeit nöthigen Wassers. Dieselbe ist doppelwirkend, hat 0,12 M. Kolbendurchmesser bei 0,60 M. Hubhöhe. Die Leistung der Pumpe ist viel grösser als für 2 Imprägnirkessel erforderlich ist. An der Pumpe ist a Saugrohr, b das Druckrohr nach dem Mischbottich gehend, c Umlaufrohre, welche nach Oeffnung des in denselben befindlichen Hahnes die Pumpe dadurch unwirksam machen, dass sie die Räume über dem Saug- und Druckventil miteinander verbinden.

6. Eine kleine Druckpumpe mit einem Kolbendurchmesser von 0,07 M. und einer Hubhöhe von 0,10 M. Die Füllung des Kessels erfolgt nach der Evacuirung aus dem Mischreservoir von selbst; nach-

dem der Kessel gefüllt ist, bringt man mittelst der Druckpumpe bald den gewünschten Druck hervor.

7. Reservoire zur Aufnahme der Imprägnirungsflüssigkeit. Dieselben müssen einen Rauminhalt von mindestens der Hälfte des Inhalts eines Imprägnirkessels haben.

Fig. 43.



Schwellenwagen.

Es dürfte jedoch empfehlenswerth sein, die Reservoire so gross zu machen, dass sie die Flüssigkeit von 2 Kesseln fassen können. Die Aufstellung ist zweckmässig so anzuordnen, dass die Oberfläche des Wasserspiegels des Reservoirs, wenn sie voll sind, den tiefsten Punkt des Imprägnirkessels nicht ganz, aber nahezu erreicht. Die Reservoire müssen selbstverständlich aus Material angefertigt sein, welches von der Imprägnirungsflüssigkeit nicht angegriffen wird.

8. Ausser diesen Apparaten muss die Anstalt noch mit den nöthigen Gefässen zum Mischen von Flüssigkeiten und Rohrleitungen versehen sein.

9. Weiter muss ein geeignetes Sammelreservoir vorhanden sein, in welchem die bei der Imprägnirung sich ergebenden Abfalllaugen gesammelt und vorher auf zweckmässige Art gereinigt, dann in die öffentlichen Wasserläufe abgelassen werden können. Soll beim Imprägniren auch gekocht werden, so muss das zum Zwecke des Dämpfens oben in den Imprägnirkessel entmündende Dampfzuleitungsrohr bis auf den tiefsten Punkt des Kessels geführt werden. Dient der Apparat zum Imprägniren mit Creosot (Bethell'sches Verfahren), so muss eine mit dem Dampfzuleitungs- und Ausblaserohr verbundene Dampfleitung als Schlangenrohr durch die Reservoire für die Aufbewahrung der Imprägnirungsflüssigkeit in solcher Ausdehnung geführt werden, dass erstere leicht auf 40—50° C. erwärmt werden kann.

10. Wagen. Um die Hölzer leicht in den Imprägnirkessel zu bringen und auf die bequemste Weise transportiren zu können bedient man sich der Wagen, die zweckmässig so lang wie Schwellen sind und die sich in ihren äusseren Conturen dem Profil des Kessels möglichst genau anschliessen. Gewöhnlich bringt man in einem 9,5 M. langen Kessel 4 Stück solcher Wagen unter.

Umstehende Figur 34 veranschaulicht die Construction des Wagens. Um das Beladen und Entladen der Wagen zu erleichtern, ist der obere Theil des Bügels der Wagen durch Charniere und Vorsteckbolzen beweglich gemacht. Ein Wagen nimmt 30—35 Stück Bahnschwellen auf, so dass 120—140 Schwellen die Füllung für einen 9,5 M. langen Kessel ausmachen.

11. Ein Bahnnetz, welches die Imprägnirkessel mit den Lagerplätzen der rohen unpräparirten Schwellen verbindet.

12. Schiebebühnen, Drehscheiben etc.

Nach Mittheilungen von Buresch[1] vertheilten sich die Kosten für eine auf dem Bahnhofe in Braunschweig errichtete Imprägniranstalt in folgender Weise:

1.	Das Gebäude, 27 M. lang, 10 M. tief und 4 M. hoch, von Fachwerk, aus einem alten Bahngebäude hergestellt, kostet ca.	7500 Mark
2.	2 Stück Präparirkessel, 18500 Kilo schwer	13338 „
	Latus	20838 Mark

[1] Der Schutz des Holzes. 1880. Dresden, Rud. Kuntze. S. 112.

	Transport	20838 Mark
3. Laufschienen nebst Befestigung in den Imprägnirkesseln, sowie Ventile, Bekleidung, Fracht, Abladen etc. . . .	3780	„
4. Dampfmaschine nebst Zubehör, Aufstellung etc.	20811	„
5. Fundirungen, Feueranlagen, Kanäle etc.	3000	„
6. Reservoir von Holz für die Imprägnirungsflüssigkeit	1182	„
7. Geräthe	534	„
8. 12 Stück eiserne Wagen, 5400 Kilo schwer	3243	„
9. 2 Stück Schiebebühnen mit versenktem Geleise	537	„
10. 125 Feld-Meter Bahngleis	2250	„
Summa	56170	Mark.

Die eben beschriebene Imprägniranstalt auf dem Bahnhofe in Braunschweig war in allen Theilen solid construirt. Die Eisenpreise waren zur Zeit der Anschaffung hoch und die Fundirungen mit örtlichen Schwierigkeiten verknüpft.

Für eine von der hannoverschen Staatseisenbahn-Verwaltung einige Jahre früher auf dem Bahnhofe zu Hildesheim errichtete Imprägniranstalt von gleicher Leistungsfähigkeit wie die vorher beschriebene war folgender Kostenaufwand erforderlich:

1. Gebäude	4656	Mark
2. 2 Stück Imprägnirkessel, ca. 15000 Kilo schwer, nebst Zubehör	6450	„
3. 12 Stück eiserne Wagen à 255 M. . .	3060	„
4. Dampfmaschine nebst Zubehör und Aufstellung	12330	„
5. Reservoir und Gefässe von Holz . . .	675	„
6. Geleise und Drehscheiben von altem Material, dessen Werth des provisorischen Gebrauches wegen grösstentheils nicht in Rechnung kam	1899	„
7. Brunnen	90	„
8. Weitere kleine Inventarstücke	690	„
Summa	29850	Mark.

Bei der Ausführung, die in einigen Details etwas verschieden ist, je nach dem Stoff, den man zum Imprägniren verwendet, verfährt man im Allgemeinen in folgender Weise: Die entrindeten Schwellen

oder Bauhölzer werden auf Wagen geladen und in den Kessel gefahren. Soll das Holz zuerst gedämpft werden, so wird, nachdem der Kesselkopf mit Schrauben luftdicht aufgesetzt worden ist, Dampf in den Kessel gelassen. Bald nach dem Anlassen des Dampfes muss der an dem Kessel angebrachte Lufthahn wiederholt und so lange geöffnet werden, bis die in dem Kessel und Holze enthaltene Luft entwichen und der Dampf ausströmt. Das Dämpfen wird zweckmässig so lange fortgesetzt, bis die Hölzer durch und durch Siedhitze erreicht haben; dies wird bei einem Apparate wie der oben beschriebene, wenn die Kessel gut bekleidet sind, bei mittlerer Lufttemperatur 3—4 Stunden erfordern.[1]

Die Steigerung der Temperatur bei dem Dämpfen geschieht zweckmässig allmählich, damit das Reissen des Holzes soviel wie möglich vermieden wird. Nach Beendigung des Dämpfens wird zunächst die im unteren Theile des Kessels angesammelte Holzlauge abgelassen und dann die Luft aus dem Imprägnirkessel ausgepumpt. Wird das Holz nicht gedämpft, so wird mit der Luftaussaugung be-

---

[1] Ueber das Eindringen der Wärme in das Innere des Holzes wurden von Buresch in der Präpariranstalt zu Hildesheim 1852 Versuche angestellt, deren Resultate wir hier im Auszug mittheilen.

Als Mittel aus zahlreichen Versuchen bei 3stündigem Erhitzen in den gutbekleideten Kesseln und hinreichender Dampfzuleitung wurden folgende Resultate erhalten.

Als Mittel, um die Temperatur im Innern des Holzes festzustellen, wurde Rose-Metall bei 98—99° C. schmelzend in Bohrlöcher, welche auf der halben Länge und Breite der Hölzer angebracht und hernach mit möglichst dichtschliessenden und nach dem Eintreiben angenässten Pflöcken aus trockenem Holze versehen waren, eingeschlossen.

A. Eichenholz.

a) Bei 25 Mm. war das Metall vollständig geschmolzen,
b) „ 50 „ desgl.,
c) „ 75 „ waren die scharfen Kanten rund geworden, kleine Stücke des Metalls geschmolzen,
d) „ 100 „ blieb das Metall unverändert.

B. Buchenholz.

a) Bei 75 Mm. schmolz das Metall in der Regel vollständig,
b) „ 100 „ trat noch Abrundung der scharfen Ecken ein, und kleinere Stücke Metall wurden geschmolzen,
c) „ grösserer Tiefe als 100 Mm. blieb das Metall unverändert.

C. Nadelholz

zeigte gleiches Verhalten wie Buchenholz.

Wurden die Löcher vom Hirnende der Hölzer eingebohrt, so trat das Schmelzen des Metalls in der Regel bei 50 Mm. grösserer Tiefe noch ein.

gonnen. Ist der Imprägnirkessel luftdicht geschlossen, so wird der überhaupt zu erlangende Grad der Luftverdünnung innerhalb der ersten halben Stunde erreicht sein. Meistens setzt man das Auspumpen der Luft noch eine weitere halbe Stunde, ja in manchen Anstalten sogar noch $1^1/_2$ Stunden fort.

Wird das Pumpen eingestellt, so geht der Vacuometer gewöhnlich wieder zurück; es scheint dies seinen Grund weniger in der Undichtigkeit der Apparate als darin zu haben, dass sich die Spannung der Luft im Innern des Holzes mit der umgebenden Luft ins Gleichgewicht setzt, was anscheinend so rasch nicht von Statten geht.

Eine hinreichend vollständige Evacuirung ist erreicht, wenn das Vacuometer einige Zeit nach Einstellung der Pumparbeit nicht wesentlich zurückgeht.

Nach Beendigung der Operation des Luftaussaugens wird, nachdem vorher noch die sich angesammelte Holzlauge abgelassen worden ist, zur Füllung des Kessels mit der Imprägnirungsflüssigkeit geschritten. Man verfährt dabei in folgender Weise:

Unter fortwährendem Arbeiten der Luftpumpe werden die Verschlüsse des Füll- und des Ablassrohres (a und g auf der Zeichnung der Tafel 1), deren Enden bis auf den Boden des Reservoirs hinabgehen, geöffnet, worauf die Imprägnirungsflüssigkeit durch die beiden Röhren rasch in den luftverdünnten Raum des Kessels einströmt.

Ist der Kessel beinahe gefüllt, so mässigt man durch theilweises Schliessen der Hähne das Einströmen der Flüssigkeit und schliesst endlich die Zuflussöffnungen ganz ab, sobald man am Wasserstandsrohre sieht, dass die Flüssigkeit im Dom des Kessels steht. Sobald der Zufluss der Flüssigkeit aufhört, findet bei fortgesetztem Auspumpen der Luft leicht ein Uebersaugen von Flüssigkeit statt. Soll das Pumpen noch fortgesetzt werden, nachdem der Kessel bereits mit Flüssigkeit gefüllt ist, so muss das von dem Kessel nach der Luftpumpe gehende heberartige Saugrohr mindestens 6,86 M. über den höchsten Stand im Kessel oder 9 M. über den mittleren Wasserstand im Reservoir oder um ein durch Versuche näher festzustellendes Mass erhöht oder verlängert werden. Bei manchen Apparaten verhindert man das Ueberströmen von Flüssigkeit dadurch, dass man bei etwas gemässigtem Gang der Luftpumpe das Abschlussventil des Saugrohres auf dem Kessel dann wechselnd öffnet und schliesst. Hört man, dass keine Luft mehr aus dem Kessel aufsteigt, so wird die Luftpumpe ausser Thätigkeit gesetzt. Ein etwa vorhandener kleiner Rest von Luft kann leicht aus dem Kessel dadurch entfernt werden, dass man, sobald die Druckpumpe zu arbeiten anfängt, einen Hahn oder ein

Ventil auf dem Kessel so lange öffnet, bis Flüssigkeit ausgeblasen wird. Das Einpressen mit der Druckpumpe wird so lange fortgesetzt, bis das Manometer 8 Atmosphären Druck erzeugt. Da der Druck gewöhnlich anfangs wieder fällt, theils in Folge der unvermeidlichen Undichtigkeiten des Kessels etc., theils in Folge des Eindringens der Flüssigkeit in das Holz, so lässt man die Druckpumpe entweder langsamer oder aber in immer längeren Unterbrechungen fortarbeiten, so dass der normale Druck fortwährend erhalten bleibt. Die Länge der Zeit, während welcher die Hölzer unter Druck in der Flüssigkeit bleiben, schwankt in den verschiedenen Anstalten von 2—20 Stunden. Die Dauer des Einpressens wird bestimmt einestheils durch die Natur des Holzes, anderntheils durch die Art der Imprägnirungsflüssigkeit. So wird z. B. Eichenholz länger unter Druck bleiben müssen als Buchen- und Nadelholz. Je länger die Hölzer unter Druck in der Imprägnirungsflüssigkeit liegen bleiben, desto mehr werden sie von derselben aufnehmen, und wird man deshalb am besten den Betrieb so einrichten, dass die Hölzer möglichst lange in der Flüssigkeit unter Druck bleiben können.

In manchen Anstalten werden die Hölzer in der Imprägnirungsflüssigkeit noch einige Zeit gekocht. Nach praktischen Erfahrungen von Buresch ist diese Operation eine langwierige und kostspielige. Man brauchte in einem Falle beinahe 4 Stunden, bis die Flüssigkeit in dem Kessel den Siedepunkt erreicht hatte.

Wir halten mit Buresch das Kochen, besonders wenn Dämpfen oder hinreichendes Trocknen, um in dem Holze vorhandene Pilze zu tödten. vorausging, für überflüssig, ja in manchen Fällen, beispielsweise bei Nadelhölzern, weil diese einen Theil ihrer harzigen Bestandtheile verlieren, sogar für nachtheilig. Ferner werden durch das Kochen bei Anwendung mancher Imprägnirungsflüssigkeiten, z. B. Zinkchlorid, die Apparate stark angegriffen.

Hat die Einwirkung der Imprägnirungsflüssigkeit auf die Hölzer lange genug gedauert, so wird durch Oeffnen der Hähne die Flüssigkeit in das Reservoir zurückfliessen gelassen, die präparirten Schwellen werden herausgefahren und der Kessel gereinigt.

Buresch[1] giebt für das Creosotiren von Schwellen in dem vorher beschriebenen pneumatischen Apparate folgende Zeiten an:

1. Einfahren der Schwellen und Verschliessen der Kessel circa $^1/_2$ Stunde;
2. Luft pumpen 1 Stunde;

[1] Schutz des Holzes. S. 123.

3. Füllung des Kessels mit dem Creosot $^1/_2$ Stunde;
4. Druck bis zu 8 Atmosphären 4 Stunden;
5. Ablassen, Oeffnen und Entleeren des Kessels 1 Stunde.

Also Dauer des ganzen Processes 7 Stunden.

Ueber das Imprägniren unter Druck machte Fabrikdirector Behnisch[1] im Görlitzer Gewerbeverein nähere Mittheilungen. Wir theilen im Nachfolgenden das für uns Wichtige mit:

Vor etwa zwei Jahren hat Behnisch eine Imprägniranstalt in Görlitz für die Herren Silbermann & Knothe ausgeführt, deren innere Einrichtung im Wesentlichen aus Folgendem besteht:

1. Einem grossen, eisernen Imprägnirkessel; einem Kessel von 2 M. Durchmesser und 14 M. Länge, dessen Blechstärken stark genug sein müssen, sowohl um einen innern Druck von 10 Atmosphären als auch bei innerer Luftleere einen äusseren Druck von einer Atmosphäre dauernd auszuhalten;
2. einem Dampfkessel von ca. 10 PS. mit Zubehör;
3. einer Dampfmaschine von ca. 10 PS.;
4. einer kräftigen, doppeltwirkenden Luftsaugepumpe;
5. zwei kräftigen Wasserdruckpumpen;
6. einer doppeltwirkenden Wasserpumpe;
7. Reservoirs zur Aufnahme der Imprägnirungsflüssigkeit;
8. einem Wasserreservoir;
9. den nöthigen Verbindungsröhren zwischen Dampfkessel, Dampfmaschine, Pumpen und Imprägnirkessel;
10. einer Anzahl Wagen, auf welchen die zu imprägnirenden Hölzer von den Lagerplätzen in den Kessel und die imprägnirten Hölzer wieder auf andere Stellen des Lagerplatzes zu bringen sind;
11. einer Schwellenhobelmaschine.

Zunächst werden die zu imprägnirenden Hölzer, soweit thunlich, für die Verwendung zubereitet, also bei Eisenbahnschwellen die fertigen Schwellen mit den schon eingehobelten Schienenauflageflächen mittelst der genannten eisernen Wagen in den an dem einen Ende in seiner ganzen Weite geöffneten Imprägnirkessel eingefahren; hierauf wird die in den Kessel führende Schienenbahn unterbrochen und der Kessel durch Verschrauben eines entsprechenden Deckels auf das Solideste und Festeste luftdicht verschlossen. Sollen nun diese Hölzer vor dem Imprägniren gedämpft werden, so wird das Absperrventil

---

[1] Behnisch, Verhandl. des Gewerbevereins zu Görlitz 1875, und Deutsche Industrie-Zeitung 1876, S. 221.

des Dampfzuführungsrohres geöffnet und das Einführen des Dampfes so lange fortgesetzt, bis die Hölzer durch und durch Siedehitze erlangt haben, was in der Regel 3 Stunden erfordert. Dabei muss ein am Kessel unten angebrachter Hahn geöffnet werden, um die ablaufende Holzlauge abzulassen.

Hierauf wird durch Oeffnen der entsprechenden Ventile in der verbindenden Rohrleitung das Innere des Kessels mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt und diese selbst in Betrieb gebracht. Bei der Luftpumpe (doppelt wirkend bei 26 Cm. Kolbendurchmesser), wie sie in der Görlitzer Imprägniranstalt angewendet ist, ist in der Zeit von 12 bis 15 Minuten die erforderliche und genügende Luftleere von 55 bis 70 Cm. Quecksilberhöhe erreicht, die nun durch langsames Weiterarbeiten der Luftpumpe $^3/_4$ Stunde lang erhalten wird, sodass der in den Schwellen mehr oder weniger festgehaltenen Luft Zeit gelassen wird, sich einen Ausweg zu suchen. Nun werden unter fortwährendem Weiterarbeiten der Luftpumpe die unten am Kessel angebrachten Eintrittsventile der Imprägnirungsflüssigkeit geöffnet, und diese selbst, die in unter dem Kessel befindlichen Cisternen aufbewahrt wird, wird jetzt mit grosser Geschwindigkeit in den luftverdünnten Raum des Kessels eingesogen und erfüllt in etwa drei Minuten alle von den Schwellen übrig gelassenen Räume des Kessels. In dem Moment, wo der Kessel ganz gefüllt ist, wird die Luftpumpe ausser Betrieb gesetzt; es erfordert dies einige Aufmerksamkeit, da andernfalls trotz des zwischengeschalteten 12,5 M. hohen heberartigen Verbindungsrohres die Imprägnirungsflüssigkeit leicht bis in die Luftpumpe tritt und hier namentlich den Ventilen schädlich werden kann. Behnisch hat diese von uns schon früher erwähnte, den physikalischen Gesetzen scheinbar widersprechende Erscheinung theils dadurch zu erklären gesucht, dass durch das fortwährende Ausströmen der Luft aus den Hölzern sich eine Mischung von Luft und Flüssigkeit bildet, die ein leichteres specifisches Gewicht hat als Wasser, und anderntheils dadurch, dass das grosse Bewegungsmoment der einströmenden Flüssigkeit dieselbe bei dem plötzlichen Eintritt in das bedeutend engere Luftrohr vermittelst Stosses noch höher wirft, als eine ruhende Wassersäule durch den Druck der Atmosphäre gehoben werden kann. In der Görlitzer Anstalt ist desshalb zwischen dem heberartigen Rohr und der Luftpumpe noch eine grössere Vorlage eingeschaltet, welche die etwa überspringende Imprägnirungsflüssigkeit aufnimmt und von den Ventilen der Luftpumpe zurückhält.

Sobald nun der Imprägnirkessel vollständig gefüllt resp. die Luftpumpe ausser Thätigkeit gesetzt ist, folgt sofort das Einpressen

der Flüssigkeit. Zunächst arbeiten zwei Druckpumpen, die durch ihre Saugerohre ebenfalls die Imprägnirungsflüssigkeit aus der Cisterne entnehmen; der Druck steigt hierbei schnell und wird bis acht Atmosphären getrieben; ist dieser erreicht, so wird nur noch mit einer Druckpumpe weiter gearbeitet, da diese nunmehr ausreicht, die nach und nach von den Schwellen aufgenommenen Flüssigkeiten zu ersetzen. In der Görlitzer Imprägniranstalt wird nach Vorschrift der Berlin-Görlitzer Eisenbahn der Druck eine Stunde lang unverändert erhalten, und durch wiederholtes Durchschneiden von Schwellen in der Mitte ist es erwiesen, dass diese Zeit zu einer vollständigen Durchdringung genügt.

Schliesslich wird durch Oeffnen der entsprechenden Ventile die Imprägnirungsflüssigkeit aus dem Kessel abgelassen; dieselbe fliesst in die erwähnte Cisterne zurück. Der Kessel wird dann vorn an der einen Stirnfläche geöffnet und die fertig imprägnirten Schwellen ausgefahren. Als Imprägnirungsflüssigkeit wird in der Görlitzer Anstalt ausschliesslich eine wässerige Lösung von Chlorzink angewendet. Bezüglich der Zeit, welche zur Ausführung des ganzen Verfahrens erforderlich ist, macht Behnisch folgende Mittheilungen:

10	Minuten	für	das	Einfahren in den Kessel,
12	„	„	„	Schliessen des Kessels,
15	„	„	„	Erzielen der Luftleere,
45	„	„	„	Halten „ „
5	„	„	„	Umstellen der Ventile und Füllen des Kessels mit Imprägnirungsflüssigkeit.
15	„	„	„	Erzielen des Druckes,
60	„	„	„	Halten des Druckes,
8	„	„	„	Oeffnen des Kessels,
10	„	„	„	Ausfahren,
Sa. 180	Minuten = 3	Stunden	für	einen Turnus.

Da die Arbeiter nur mit dem Einfahren, Schliessen, Oeffnen und Wiederausfahren zu thun haben, so bleibt ihnen vollständig Zeit, während des Imprägnirens die eben ausgefahrenen Schwellen bei Seite zu fahren und in Reserve vorhandene Wagen für den nächsten Turnus einstweilen zu laden.

Der Kessel der Görlitzer Imprägniranstalt fasst rund 250 Stück Eisenbahnschwellen, so dass bei einem täglichen viermaligen Wiederholen des Verfahrens 1000 Schwellen imprägnirt werden können.

Behnisch erwähnt noch einen Registrirapparat, den Baumeister Schubert zur Controle der Arbeiter in der Görlitzer Imprägniranstalt

hat anbringen lassen. Es ist dies ein combinirtes Manometer und Vacuometer, das bei jeder Aenderung des Drucks im Imprägnirkessel einen Bleistift auf einem Papierstreifen auf- und abbewegt, welch letzterer in Stunden und Minuten eingetheilt ist und durch ein Uhrwerk in Umdrehung versetzt wird. Nach Abnahme der Papierstreifen ist dann genau zu erkennen, nicht nur wie viel Zeit die Arbeiter mit dem Ein- und Ausfahren der Schwellen gebraucht haben, sondern auch, ob und in welchem Masse genau die Luftleere und der Druck erreicht und gehalten worden ist.

Die Methode des Dämpfens vor dem Imprägniren ist in neuerer Zeit an vielen Orten, namentlich in England, aufgegeben worden. Als Nachtheil des Dämpfens ist namentlich hervorzuheben, dass gedämpftes Holz weniger Imprägnirstoff aufnimmt als nicht gedämpftes. Versuche, die in Wien[1] angestellt wurden, um die Gewichtszunahme zu constatiren, welche gedämpfte und vergleichungsweise nicht gedämpfte, im Uebrigen aber genau nach denselben Methoden behandelte Hölzer zeigten, ergaben folgendes Resultat. Als Imprägnirungsflüssigkeit wurde Chlorzinklösung benutzt:

	Gewichtszunahme (in Procenten)		
Holz	frisch gefällt	lufttrocken	gedörrt
ohne Dämpfen	12	29	50
mit Dämpfen	16	41	55

Diese Zahlen beweisen zwar scheinbar das Gegentheil von dem oben Gesagten, indem lufttrockenes und nachher gedämpftes Holz 12 Proc. mehr als lufttrockenes, nicht gedämpftes Holz aufgenommen hat. Allein man muss dabei bedenken, dass jene Gewichtsdifferenzen nicht die Aufnahme von Zinkchlorid allein, sondern von Wasser und Zinkchlorid repräsentiren, und dass die Wasseraufnahme bei gedämpftem Holze die grösste ist, da beim Dämpfen des Holzes ein Theil des Dampfes im Holze verbleibt und sich condensirt. Würde das Dämpfen unter recht hohem Druck, also bei hoher Temperatur ausgeführt, so würde zwar die Aufnahme von Feuchtigkeit vermindern, ja man kann sogar eine Austrocknung von frischem Holze erreichen, aber dann wird die Festigkeit des Holzes $^1/_{10}$—$^1/_4$ vermindert. Wie beim Trocknen und Dörren soll das Holz beim Dämpfen noch rissig werden und sich werfen.

Wie schon vorher erwähnt, wird in vielen Anstalten das zu imprägnirende Holz bei höherer Temperatur getrocknet oder gedörrt.

---

[1] Ad. Mayer, Die chemische Technologie der Baumaterialien. Friedr. Vieweg & Sohn. 1872. S. 131.

Die Vortheile und Nachtheile des Trocknens haben wir früher schon ausführlich besprochen. Die Vortheile, welche das Trocknen beim Imprägniren gewährt, sind:.

1. nimmt das getrocknete Holz mehr Imprägnirstoff als gedämpftes oder nicht getrocknetes auf;
2. ist das Dörren billiger als das Dämpfen.

Dagegen bleibt ein grosser Nachtheil des Trocknens, besonders wenn es nicht sehr vorsichtig und langsam geschieht, das Rissigwerden des Holzes. Ob die Festigkeit oder Elasticität bei dem Dämpfen oder bei dem Trocknen mehr leidet, ist noch nicht durch endgiltige Versuche festgestellt. Wir haben schon die verschiedenen Apparate für das Trocknen des Holzes beschrieben, und verweisen wir auf das dort Gesagte.

Ueber das Eindringen der Imprägnirungsflüssigkeit in das Holz sind früher von Bruno Kerl[1] und Wöhler[2] Versuche angestellt worden, die ergaben, dass bei Anwendung von Zinkchlorid die Hölzer durchweg, wenn auch im Innern weniger als nach aussen, durchdrungen waren, während bei sonstiger Imprägnirung unter gewöhnlichem Druck ein tieferes Eindringen des Imprägnirungsmittels chemisch nicht nachweisbar war.

Sehr interessante Versuche von Prof. Dr. Schmitt in Dresden über Vertheilung des Zinkchlorids in den Schwellen bei der pneumatischen Imprägnirung theilt Buresch in der schon mehrfach citirten Preisschrift mit. Die Imprägnirung der untersuchten Schwellen aus Kiefernholz geschah mit einer Lauge von $^1/_3$ Proc. Zinkchloridgehalt bei einem $^3/_4$ Stunden lang andauernden Ueberdruck von $6^1/_2$ Atmosphären, nachdem die Hölzer vorher eine Stunde lang gedämpft worden waren. Jede Schwelle hatte ungefähr 18 Kilo aufgenommen.

Von einer frischen, noch nicht lange im Geleise gelegenen Schwelle wurde eine Scheibe von dem Hirnende und eine zweite aus der Mitte der Schwelle herausgeschnitten. Jede dieser Scheiben wurde nochmals in drei Stücke

a) am Rande,
b) in der Mitte zwischen Rand und Kern,
c) im Kern

getheilt.

---

[1] Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1855, No. 2.

[2] Notizblatt des Architecten- und Ingenieur-Vereins Hannover. Bd. 559.

Der Zinkchloridgehalt, ausgedrückt in Procenten des Gewichts der wasserfreien Holzmasse, ergab für die Scheibe vom Hirnende:

am Rande	0,90	Procent,
in der Mitte zwischen Rand und Kern	0,74	„
im Kern	0,67	„

und für die Scheibe aus der Mitte der Schwelle

am Rande	0,74	Procent,
in der Mitte zwischen Rand und Kern	0,22	„
im Kern	eine Spur.	

Es wäre wichtig, wenn imprägnirte Schwellen von anderen Holzarten, beispielsweise Eichenholz, in gleicher Weise untersucht würden.

Fig. 35.

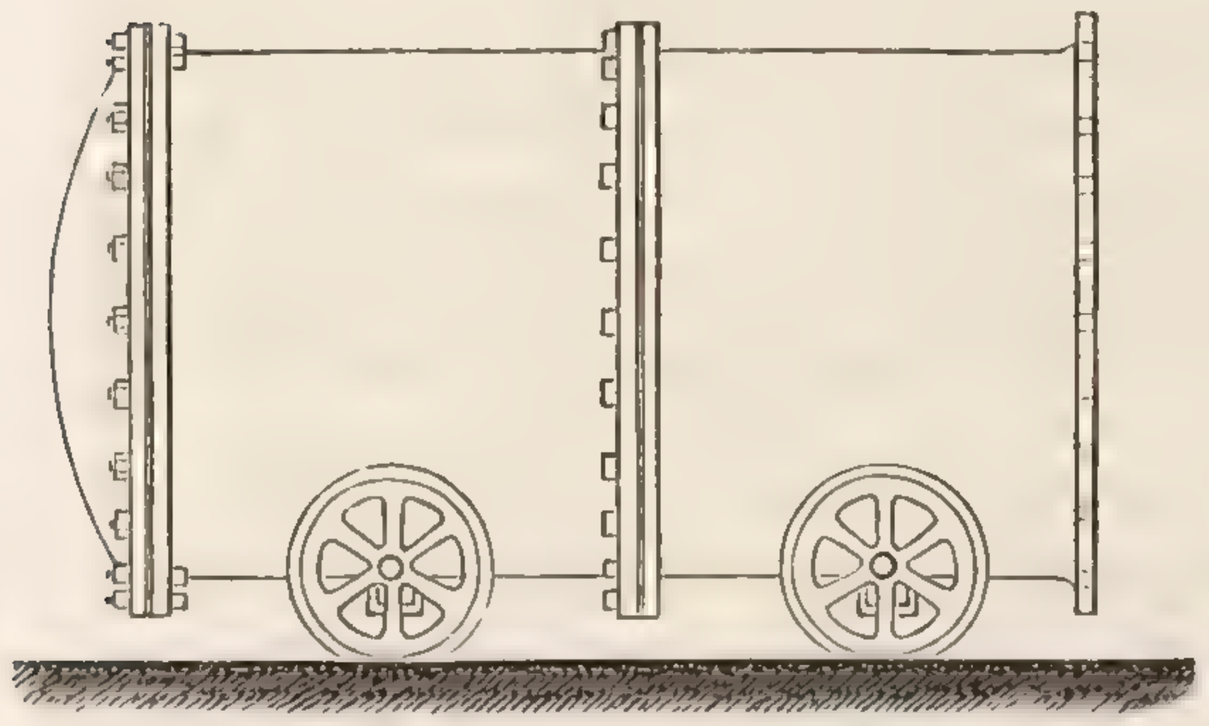
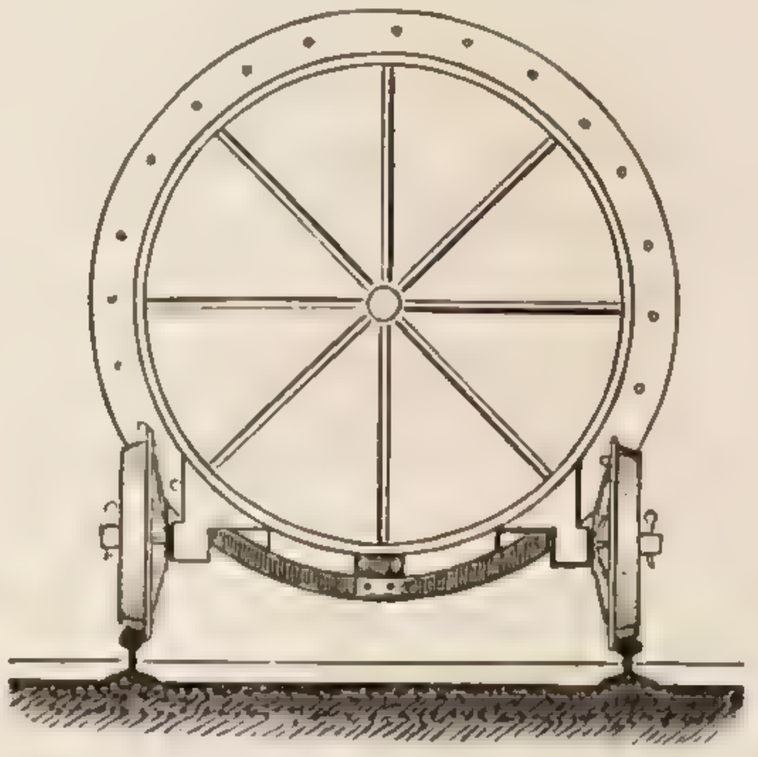


Fig. 36.



Transportabler pneumatischer Imprägnirapparat.

Wo viele Tausende von Schwellen zu imprägniren sind, wird der Gebrauch transportabler Apparate grosse Ersparniss gewähren. Anstatt sämmtliche Schwellen nach einer Central-Imprägniranstalt zu dirigiren und nach erfolgter Imprägnation wieder an die einzelnen Strecken zu vertheilen, ist es dann zweckmässiger, die erheblich leichteren und bequemer zu transportirenden Imprägnirapparate an denjenigen Orten in Gebrauch zu nehmen, wo die Verlegung der Schwellen stattfinden soll.

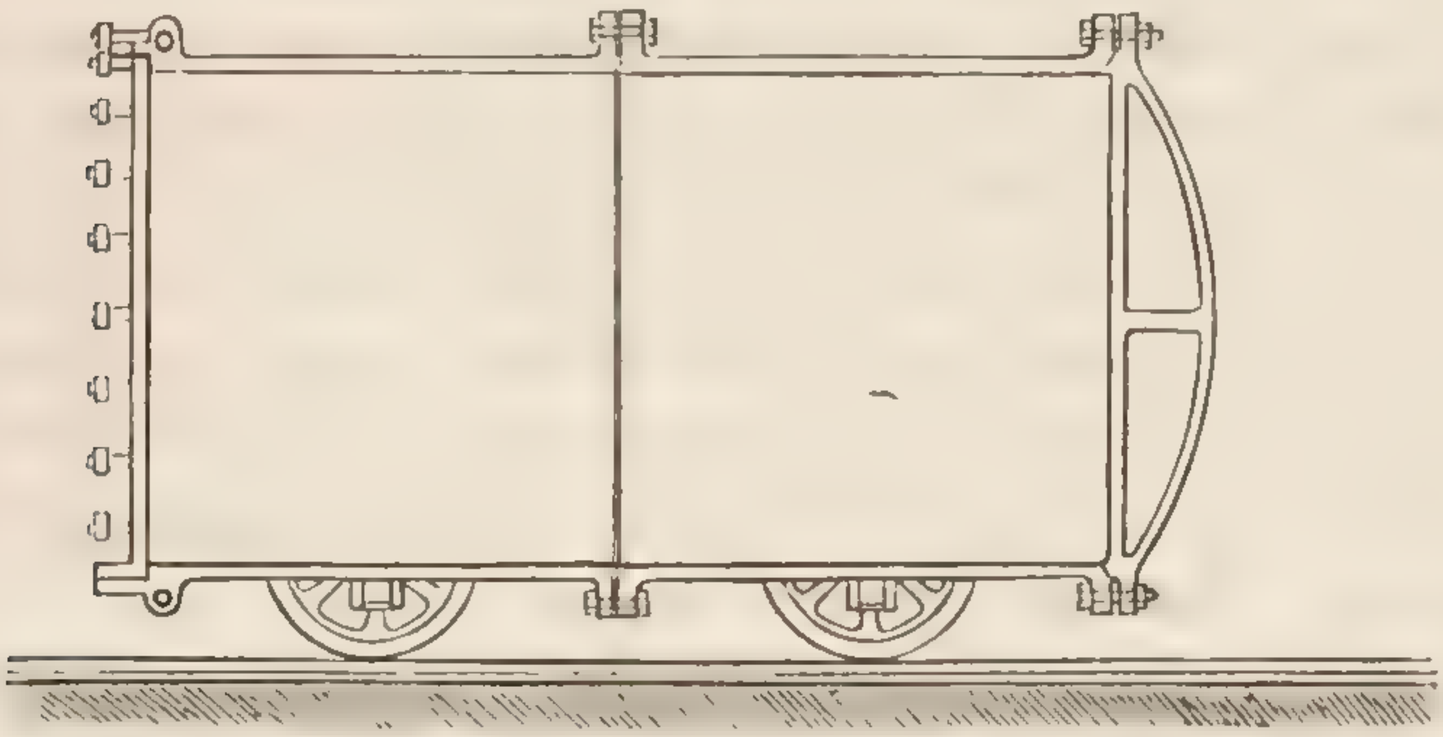
Wir veranschaulichen nebenstehend einen transportabeln pneumatischen Imprägnirapparat, wie er auf dem Netz der französischen Midi-Bahn zur Anwendung gelangt. Dieser von Fragneau[1] construirte Apparat besteht aus Gusseisen und ist sehr einfach.

[1] Heusinger v. Waldeck, Handbuch der spec. Eisenbahntechnik. Bd. I, S. 197.

Der zum Imprägniren dienende Kessel besteht aus zwei Hälften von Schwellenlänge und läuft auf 4 Rollen.

Der Kessel besteht aus 4 cylindrischen Trommeln, nämlich jede Hälfte aus zweien, und 2 gewölbten Deckeln an beiden Enden. Der Apparat wird zum Zweck des Chargirens nur in der Mitte auseinandergenommen, und würde die Zerlegbarkeit wegfallen, wenn man denselben in Blech construirte. Soll mittelst dieses Apparates imprägnirt werden, so wird derselbe in der Mitte auseinander genommen, jede Hälfte geladen, wieder zusammengesetzt, und der Apparat ist zum Imprägniren fertig. Diese Kessel dienen zugleich zum Transport der Schwellen, und könnte man dieselben durch Einschalten mehrerer Trommeln beliebig verlängern. Die übrigen zum Imprägniren erforderlichen Vorrichtungen, wie Cisterne, Pumpen etc., befinden sich bei Fragneau stabil in der Mitte eines grossen Lagerplatzes; doch wäre es ein Leichtes, diesen ganzen Apparat ebenfalls beweglich und damit die ganze Einrichtung noch bequemer zu machen.

Fig. 37.



Das Boucherie'sche Verfahren.

Bei dem Boucherie'schen Verfahren soll entweder durch den hydrostatischen Druck der Imprägnirungsflüssigkeit oder durch die Ascension der Saftbewegung eine Imprägnirung von gefälltem oder ungefälltem Holze bewirkt werden. Ehe wir zu der näheren Beschreibung dieses Verfahrens übergehen, wollen wir eine orientirende Angabe über die Saftbewegung in den Holzgewächsen machen.

Seit Hales steht es fest, dass die durch die Transpiration an oberirdischen Pflanzentheilen, speciell an den Blättern hervorgerufene Wasserströmung von den Wurzeln nach oben ihren Sitz hauptsächlich

in dem Holzkörper hat. Ueber die Art, wie das Wasser in dem Holze steigt, stehen sich zwei Ansichten schroff gegenüber. Die eine, welche von Pfeffer und Sachs vertreten wird, nimmt an, dass das Wasser sich als Imbibitionswasser in den verholzten Zellwandungen bewege, während die andere von Hartig, Nageli, Schwendener und Böhm vertheidigte Anschauung das Wasser im Innern der Holzelemente aufsteigen lässt, wobei das Wasser von dem Hohlraume eines Holzelementes quer durch dessen Membran in das Innere eines benachbarten Elementes dringt. R. Hartig[1] hat weitere Untersuchungen zur Lösung dieser Frage angestellt und ist dabei zu folgenden für die Conservirung des Holzes durch Imprägnirung wichtigen Resultaten gelangt.

Was zunächst das Holz betrifft, welches das Wasser aus dem Parenchym der Wurzelspitze zum Blattparenchym leitet, so zeigte sich, dass der Kern der Eiche (und ähnlich dürften sich alle echten Kernholzbäume verhalten) trotz grossen Wassergehaltes absolut leitungsunfähig ist, dass die Birke als Repräsentant der echten Splintbäume im ganzen Holzkörper leitet, dass die sogenannten Weichholzbäume im älteren Holze entweder reichlich Wasser leiten (Rothbuche) und dann liquides Wasser in den Zellräumen führen oder wie die Fichte völlig leitungsunfähiges Reifholz besitzen, welches kein liquides Wasser, dagegen völlig gesättigte Zellwände hat.

Als Organe der Saftleitung sind die mit Holztüpfeln versehenen Organe, insbesondere die Trachëiden, jedenfalls zeitweise auch die echten Gefässe zu betrachten. Die Wasseraufnahme durch die Wurzeln ist ein von dem Wassersteigen im Holzkörper fast völlig unabhängiger Process. Die Wasseraufnahme durch die Wurzeln wird vermittelt durch die osmotischen Kräfte der lebendigen Wurzelzellen, insbesondere der Wurzelhaare. Dagegen ist die Ursache des Wassersteigens im Holzkörper die Differenz der Luftdichtigkeit in den leitenden Organen, durch welche das liquide Wasser in denselben von Zelllumen zu Zelllumen gepresst wird.

Entsprechend den von R. Hartig beobachteten Thatsachen über das Steigen des Wassers werden wir die Imprägnirungsflüssigkeiten bei dem Boucherie'schen Verfahren sich in dem Holze bewegen und vertheilen sehen. Wir kommen darauf später noch einmal zurück.

Schon einige Jahre (1839) vor Boucherie liess sich Mathew

---

[1] Botanische Zeitung 1883, S. 250, im Auszug Naturforscher 1883, S. 266.

Uzielli[1] in England ein Verfahren patentiren, welches theilweise auf demselben Princip wie das Boucherie'sche Verfahren beruht. Nach dem Uzielli'schen Verfahren wurde das Stammende des gefällten Baumes mit einem Behälter umgeben, in welchem die zu infiltrirende Flüssigkeit enthalten war. Durch das natürliche Aufsaugungsvermögen des Baumes drang die Flüssigkeit ein.

Dr. Boucherie suchte das Uzielli'sche Verfahren dadurch zu verbessern, dass er es bei noch nicht gefällten lebenden Bäumen zur Anwendung brachte. Sein Hauptaugenmerk richtete Boucherie auf die Saftverdrängung, weil er, entsprechend den damaligen Ansichten, den Saft als den Urheber der Fäulniss ansah.

Bei der Ausführung verfuhr Boucherie in folgender Weise: Die Bäume wurden in der Vegetationszeit zum Theil ihres Durchmessers eingesägt oder angehauen und mit einem Kasten umgeben, in welchen man die zu imprägnirende Flüssigkeit schüttete, welche dann langsam aufgesogen wurde.

Um das Eindringen der Imprägnirungsflüssigkeit zu beschleunigen, versuchte Boucherie an den Enden der abgeschnittenen Aeste des noch auf dem Stamme stehenden Baumes Gefässe mit Imprägnirungsflüssigkeit anzubringen. Durch die Modification des Verfahrens wurde das Eindringen der Imprägnirungsflüssigkeit wesentlich beschleunigt, aber bei der Ausführung des Verfahrens im Grossen standen zu viele praktische Schwierigkeiten im Wege. Einestheils war das Imprägniren an Ort und Stelle, wo die Bäume wuchsen, oft recht umständlich oder schwer auszuführen, anderntheils wurde bei dieser Art der Behandlung eine grosse Menge später in die Späne fallenden Holzes mit imprägnirt und dadurch das Verfahren unnöthig vertheuert.

Dr. Boucherie liess sich 1841 in Frankreich ein Verfahren patentiren, nach welchem die gefällten Bäume in liegender Stellung mittelst hydraulischen Drucks imprägnirt werden sollen. Durch den hydrostatischen Druck soll die Imprägnirungsflüssigkeit in das Holz gepresst und der Holzsaft verdrängt werden.

Die Ausführung geschieht in folgender Weise:

Die zu imprägnirenden Holzstämme werden in der Rinde gelassen, an beiden Hirnseiten gerade abgeschnitten, etwas schräg gelegt, an dem höheren Ende auf einfache Weise mit einer luftdichten Kappe versehen, welch letztere durch eine Rohrleitung oder einen Schlauch mit dem die Imprägnirungsflüssigkeit enthaltenden Reservoir in Verbindung steht.

---

[1] Buresch, Der Schutz des Holzes. 1880. S. 16.

Nebenstehende Figur 38a veranschaulicht die Ausführung des Boucherie'schen Verfahrens.

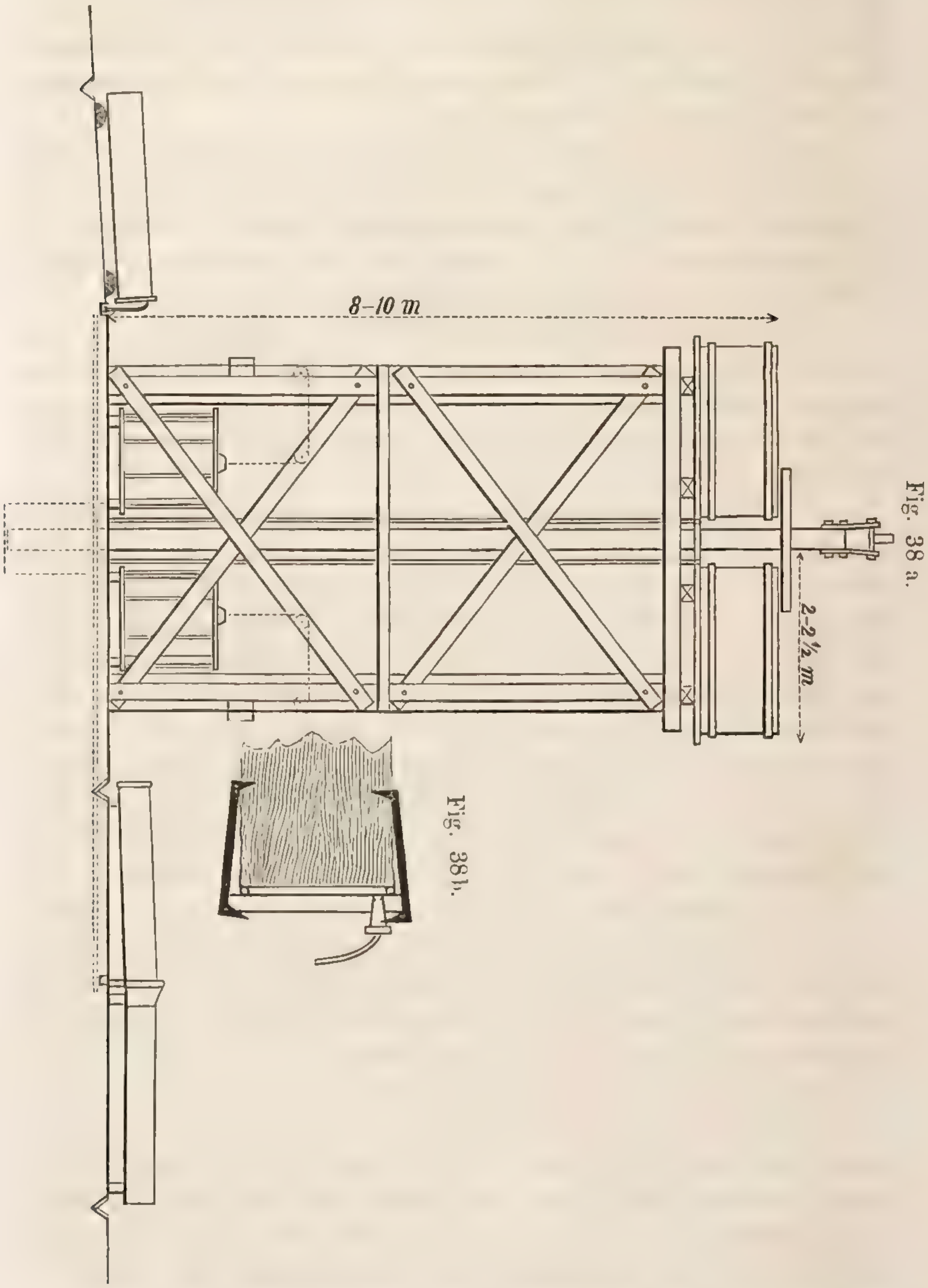


Fig. 38 a.

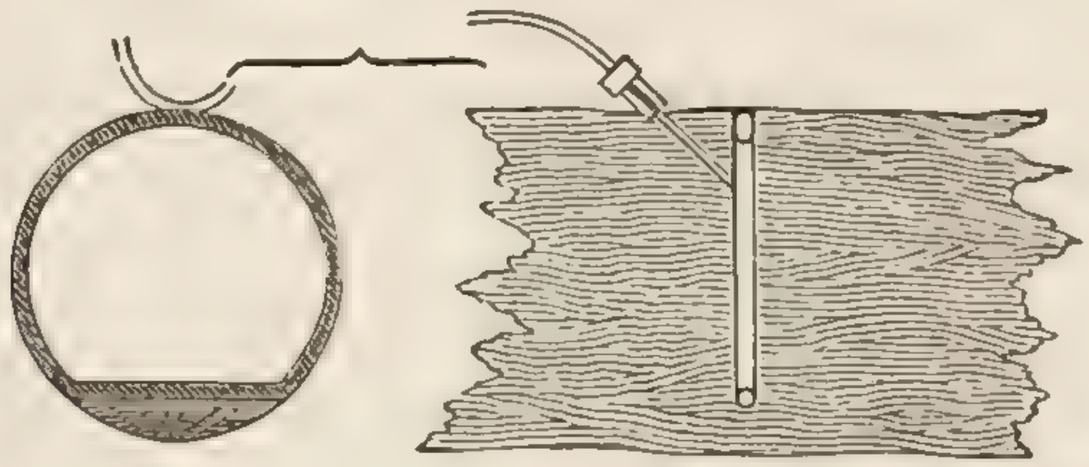
Fig. 38 b.

Figur 38b veranschaulicht den Verschluss durch Kappen. Um die höher gelegene Hirnfläche wird ein mit Fett getränktes Hanfseil gelegt, an welchen durch angebrachte Klammern ein Brett angepresst

wird. Es entsteht vor dem Hirnende des zu imprägnirenden Holzblockes ein hohler Raum, in welchen die Imprägnirungsflüssigkeit geleitet wird.

Bei der Imprägnirung der Hölzer, die zerschnitten werden können, beispielsweise Eisenbahnschwellen, wird zunächst, da der Stamm zur Bildung der beiden Schwellenlängen gekürzt werden muss, ein Sägeschnitt in denselben geführt, dass der Stamm eben noch zusammenhält, der Schnitt aber sich schon öffnet, wenn man denselben unter dem Sägeschnitt auflagert, während die beiden Enden ununterstützt bleiben. Man presst dann ein mit Fett getränktes Hanfseil in den Schnitt, so dass, wenn nun der Block an beiden Seiten unterstützt wird, das Hanfseil festgeklemmt wird und einen wasserdichten Verschluss bildet. Wie aus nebenstehender Zeichnung leicht ersichtlich ist, entsteht eine Kammer. In einiger Entfernung von dem Schnitte wird hierauf in schräger Richtung ein Loch in

Fig. 39.



den Holzblock gebohrt. In das Bohrloch wird auf geeignete Weise ein Rohr von Metall oder Kautschuk nach der Kammer geführt. Dieses Zuleitungsrohr ist durch einen Schlauch mit dem die Imprägnirungsflüssigkeit enthaltenden Bassin verbunden.

An Stelle dieses von Boucherie angegebenen Verschlusses hat Ingenieur Oesau[1] die Anwendung büchsenartiger Metallgefässe an Stelle der von Boucherie durch die Hanfseile gebildeten Hohlräume empfohlen. Diese Metallbüchsen oder -Kasten sollen aus geeignetem, von der Imprägnirungsflüssigkeit nicht angreifbarem Metall in zweckentsprechender Grösse hergestellt werden. Die Form derselben soll die eines flachen Kastens mit nur einem Boden sein; die freien Kanten sind zugespitzt, so dass das Gefäss durch einige Hammerschläge leicht in das Hirnende des zu imprägnirenden Holzes eingetrieben werden kann. Der Deckel des Kastens ist mit einem Ansatze für ein anzuschraubendes Rohr versehen. Durch letzteres wird die Verbindung des inneren Raumes der Büchse mit dem Imprägnirgefäss

[1] Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 20.

hergestellt. In den Kasten ist ein kleines Loch gebohrt, welches bei Beginn der Operation geöffnet, später durch einen Holzpfropfen geschlossen wird.

Das Bassin, welches die Imprägnirungsflüssigkeit enthält, befindet sich auf einem 10 M. hohen Gerüst über den zu imprägnirenden Holzblöcken, so dass die Flüssigkeit unter einem Druck von einer Atmosphäre in das Holz eingepresst wird. Je höher die Druckhöhe ist, desto rascher erfolgt die Imprägnirung. Aus praktischen Gründen kann man jedoch nicht viel über 20 M. hinausgehen. Buresch nimmt an, dass die Zeit der Durchdringung der Stämme etwa im umgekehrten Verhältnisse mit der Druckhöhe, dem Durchmesser und dem Quadrate der Länge wachse. Durch atmosphärische Einflüsse soll die Imprägnirung beschleunigt oder verzögert werden. So soll bei feuchter, gelinder Luft die Imprägnirung rascher, bei Trockenheit, Wind und Frost dagegen verzögert werden.

Bei der Ausführung des Verfahrens hat man noch folgende Momente zu beobachten. Sobald die Zuleitungsröhre mit dem zu imprägnirenden Holzblock verbunden ist und man den Hahn geöffnet hat, ist es nöthig, den Rohrspund etwas zu lüften oder in die Hanfdichtung mit der Nadel ein Loch zu stechen, welches, sobald Imprägnirungsflüssigkeit daraus entfliesst, verstopft wird, damit die Luft entweichen kann. Ist einige Zeit Imprägnirungsflüssigkeit in das Holz eingedrungen, so fliesst von dem einen Ende des Stammes bald Saft aus. Wendet man zum Imprägniren, wie dies Boucherie empfohlen hat, Kupfervitriollösung an, so färbt sich später der Saft durch Mischung mit Kupfervitriollösung blau. Man setzt das Imprägniren gewöhnlich so lange fort, bis die an dem einen Ende hervorquellende Flüssigkeit mit $^2/_3$ des Gehalts an den verwendeten antiseptischen Stoff austritt, was meistens dann stattfindet, wenn eine dem 3fachen Volumen des Holzes entsprechende Flüssigkeitsmenge durch das Holzgegangen ist. Je nach der Qualität, Alter, Zeit der Fällung des Holzes wird dasselbe rascher oder langsamer von der Imprägnirungsflüssigkeit durchdrungen. Bei langen, alt gefällten und festen Hölzern ist es oft erforderlich, den Holzblock umzudrehen und vom andern Ende her zu imprägniren. Durch die Manipulation des Umdrehens können zum Theil die Widerstände, die sich durch Verstopfung gebildet haben, beseitigt werden. Um beurtheilen zu können, welche Zeit dieses Imprägnirverfahren verlangt, wollen wir erwähnen, dass ein Buchenholzblock von der Länge einer Querschwelle in frischem Zustande bei einer 10 M. hohen Flüssigkeitssäule längstens 48 Stunden erfordert, bis er durchdrungen ist.

Die Imprägnirung der Telegraphenstangen nach dem Boucherie'schen Verfahren beschreibt Dr. Lafollie[1] in folgender Weise:

Die Bäume werden horizontal nebeneinander gelegt und die dicken Enden in dem Rande einer geneigten Rinne, welche letztere dazu bestimmt ist, die etwa ausfliessende Flüssigkeit zu sammeln, eingebettet, den Schnittflächen gegenüber wird ein dickes Brett an den Baum geschraubt und zwischen diesem und der Schnittfläche durch Anziehen der Muttern ein starker Kautschukring eingeklemmt, wodurch man eine hinreichend wasserdichte Kammer erhält. In diese Kammer gelangt die Imprägnirungsflüssigkeit durch eine an dem Brette angebrachte hölzerne Rohrleitung, welche durch eine Kautschukröhre von geringem Durchmesser, aber hinreichender Wandstärke, mit einem langen Kupferrohre in Verbindung steht. Letzteres ist mit einer erforderlichen Anzahl Rohrstutzen versehen und steht selbst mit einem höher gelegenen geräumigen Behälter in Verbindung, dessen Höhe über den zu imprägnirenden Stämmen mit dem Widerstand wechselt, den das Holz dem Eindringen der Kupfervitriollösung entgegensetzt.

Bei 30—40jährigen Stämmen geht die Imprägnirung langsam vor sich, es sind 8—10 Tage dazu erforderlich. Junge Bäume lassen sich besser imprägniren und halten auch länger. Die Imprägnirung weicher Hölzer geschieht am besten während der Periode des aufsteigenden Saftes und unmittelbar nach dem Fällen.

Als das Boucherie'sche Verfahren 1846 zuerst auf die Conservirung der Telegraphenstangen verwendet wurde, beschränkte sich Lafollie darauf, das dicke Ende nach oben zu stellen und dieses mit einem kupfernen oder bleiernen Behälter zu umgeben. Dieser Behälter hatte die Form eines abgestumpften, an beiden Enden offenen Kegels, war auf das dicke Ende der Stange mit Thon festgekittet und wurde mit Flüssigkeit gefüllt erhalten. Auf diese Weise gelang es, 20 junge Stämme in 2—3 Tagen hinreichend zu imprägniren. Als man jedoch später 20—24 Cm. dicke, 8—10 M. lange Stämme imprägniren wollte, musste das Verfahren in der vorher beschriebenen Weise modificirt werden.

Nach dem Boucherie'schen Verfahren werden, wie wir Eingangs schon andeuteten, die einzelnen Holzarten sehr ungleichmässig imprägnirt. Ganz entsprechend den Beobachtungen von R. Hartig über die Saftleitung wird Eichenholz nur im Splint, dagegen nicht

---

[1] Bull. de la Soc. d'Encourag. 1881. S. 422. Dingler's Journ. 242. S. 444. Wagner, Jahresbericht. 1881. S. 977.

im Kernholz durchdrungen. Buchenholz wird rasch und gleichmässig nach dem Boucherie'schen Verfahren imprägnirt.

Als Nachtheile und Missstände des Boucherie'schen Verfahrens müssen folgende Thatsachen hervorgehoben werden:

1. die ungleichmässige Durchdringung der Imprägnirungsflüssigkeit (die Durchdringung erfolgt nur längs der Bahnen, in denen sich der Saft bewegt, und werden deshalb manche Holzarten nur im Splintholz und den jüngsten Jahresringen imprägnirt, während Kernholz fast unberührt bleibt);
2. die Nothwendigkeit, das Holz im unbehauenen Zustande kurz nach der Fällung zu imprägniren.

Die Imprägnirung nach dem Boucherie'schen Verfahren muss deshalb an den Orten, wo das Holz gefällt wurde, oder in deren Nähe vorgenommen werden. Dadurch, dass das Holz im unbehauenen Zustande imprägnirt werden muss, wird ein ansehnlicher Theil Abfallspäne zwecklos imprägnirt und die Kosten des Verfahrens dadurch vertheuert. Wird nach dem Boucherie'schen Verfahren imprägnirtes Holz später beschlagen und behauen, so werden dabei Holzflächen blossgelegt, deren Imprägnirung und Widerstandsfähigkeit eine ungenügende ist. Mit Vortheil kann deshalb auch dieses Verfahren nur bei der Imprägnirung von halbrunden Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen, die keiner weiteren Bearbeitung bedürfen, angewandt werden.

Vortheile des Verfahrens sind folgende:

1. die vollständigere Durchdringung als beim blossen Einlegen in die Imprägnirungsflüssigkeit;
2. bei der Ausführung des Verfahrens ist keine Maschinenarbeit oder Dampfkraft erforderlich.

Der Boucherie'sche Apparat kann überall aufgestellt und von einem zu dem anderen Orte leicht transportirt werden.

Diese Methode der Imprägnirung eignet sich für Waldbesitzer, welche für eigenen oder fremden Bedarf Eisenbahnschwellen herstellen wollen. In Frankreich wird noch gegenwärtig das Boucherie'sche Verfahren von den Lieferanten für Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen in grossartigstem Massstabe durchgeführt, während die deutschen und österreichischen Bahngesellschaften, welche das Verfahren früher anwandten, dasselbe in neuerer Zeit aufgegeben haben. Das Boucherie'sche Verfahren wird hauptsächlich für die Imprägnirung der Hölzer mit Kupfervitriol angewandt und wir kommen deshalb später bei Besprechung der Verwendung des Kupfervitriols auf das Verfahren noch einmal zurück, jedoch lässt sich dasselbe mit

gleichem Vortheil für die Imprägnirung mit anderen Metallsalzen z. B. Zinkchlorid anwenden.

Boucherie empfahl zuerst das aus rohem Holzessig dargestellte essigsaure Eisenoxyd wegen seiner Billigkeit und seines Creosotgehaltes; später erhielt jedoch der Kupfervitriol den Vorzug.

Sollten durch die Imprägnirung noch andere Zwecke, z. B. Verhinderung des Werfens und Ziehens des Holzes, Widerstandsfähigkeit gegen Insecten, Vermehrung der Elasticität, grössere Härte und schwere Entzündlichkeit etc. erreicht werden, so müssen andere Stoffe zum Imprägniren angewendet werden.

Bei Anwendung von Kupfervitriol oder gleich theuren Substanzen muss berücksichtigt werden, dass der Saft, der abfliesst, einen Theil der Imprägnirungsflüssigkeit enthält, der wieder gewonnen werden muss. Man sammelt zu diesem Zweck den Metallsalze enthaltenden Saft in Cisternen und filtrirt ihn durch poröse Substanzen, z. B. Kies. Zweckmässig bedient man sich zu dieser Operation sogenannter Filtertannen. Dieselben werden entweder mit Kies oder Kohle gefüllt und dann der aus dem Holz kommende Saft von unten nach oben durchgepresst. Die Filtertannen besitzen einen Deckel mit Balancirgewicht, der durch Klammern luftdicht aufgesetzt werden kann, und werden zweckmässig am Fusse des Gestelles aufgestellt. Die zu filtrirende Flüssigkeit wird in ein Reservoir auf dem Gerüste gepumpt und dann unten in die Filtertanne eintreten gelassen. Die in der Flüssigkeit enthaltenen schleimigen suspendirten Substanzen werden durch die Filtration entfernt. Die gelösten Saftbestandtheile werden auf diese Weise nicht aus der Flüssigkeit entfernt, und es scheint uns zweifelhaft, ob die durch Filtration gereinigte Flüssigkeit nach Ausbesserung auf den normalen Kupfergehalt eine gleiche Wirksamkeit wie frische Lösung besitzt.

Die verschiedenen Holzarten verlieren, bis sie hinreichend mit antiseptischer Flüssigkeit getränkt sind, verschiedene Quantitäten Saft. Boucherie sammelte mit Hilfe zweier Personen aus 7 Bäumen 4850 Liter Saft; aus einem Buchenstamme von 16 M. Länge, 0,85 M. Durchmesser, welcher im December der Imprägnirung unterworfen wurde, flossen innerhalb 23 Stunden 3060 Liter Saft aus. Derselbe Stamm nahm, mit Holzessigsäure imprägnirt, 3210 Liter auf.

A. a. O.[1] werden die einem Unternehmer der Eisenbahn von St. Quentin erwachsenen Kosten per Buchenschwelle angegeben wie folgt:

---

[1] Baumeister, Conservirung des Holzes. S. 141.

Allgemeine und Einrichtungskosten . . .	0,108 Fr.
Transport des Holzes nach dem Werkplatz	0,304 „
Vitriol (0,7 Kilo)	0,499 „
Arbeitslohn	0,203 „
	1,114 Fr.

Ebenso wie der Saftverlust der verschiedenen Holzarten schwankt ist auch die Aufnahmefähigkeit von Imprägnirungsflüssigkeit eine verschiedene. Boucherie[1] stellte vergleichende Versuche an, welche Gewichtszunahme die verschiedenen Hölzer pro Cubikmeter erfahren; er giebt folgende Zahlen an:

Tanne 24,
Eiche 25,
Kiefer 57,
Buche 97.

Man sieht aus diesem, dass die Hölzer wesentlich mehr Imprägnirungsflüssigkeit aufnehmen, als sie Saft abgeben. Durch diese Zahlen wird das schon früher erwähnte eigenthümliche Verhalten der Holzarten bezüglich der Durchdringung mit Saft bestätigt.

Die Aufnahme an Vitriol (in trockenem Zustande) lässt sich nur aus der Gehaltsdifferenz zwischen der einlaufenden und ablaufenden Flüssigkeit ermitteln und beträgt durchschnittlich bei Buchen und Kiefernholz:

per Cubikmeter 5,5 Kilo,
„ Schwelle . 0,55 „

Diese Zahl wird von französischen Ingenieuren als Norm angenommen und den Holzlieferanten auferlegt, selbst wenn eine andere Methode als die von Boucherie gewählt werden sollte. Ehe das Abfangen der Flüssigkeit und ihre Filtrirung sorgfältig geschah, rechnet man an Vitriolbedarf per Schwelle 0,7 Kilo, wovon aber 0,15 verloren gingen oder allzusehr verunreinigt wurden.

Die Kosten der Imprägnirung von Holz mittlerer Härte nach Boucherie können gegenwärtig veranschlagt werden:

	per Cubikmeter	per Schwelle
Vitriol	5,5 Kilo = 4 Mark,	0,55 Kilo = 0,4 Mark,
Arbeitslohn	2 „	0,2 „
	Zusammen 6 Mark	0,60 Mark.

Der Vollständigkeit halber wollen wir noch einige in Vorschlag

[1] Echo du monde savant. 1843. No. 6. Im Auszug Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 19.

gebrachte Modificationen des Boucherie'schen Verfahrens erwähnen, die aber keine praktische Bedeutung erlangt haben.

Bei der Imprägnirung von Telegraphenstangen wollte Lüdersdorf[1] in folgender Weise verfahren. Die zu imprägnirenden Telegraphenstangen sollten am oberen Ende entrindet und mit dem anderen Ende in die Imprägnirungsflüssigkeit gestellt werden. Der Zweck des Abschälens der Rinde ist, eine grössere Fläche für die Wasserverdunstung zu schaffen und damit gleichzeitig das Aufsaugevermögen des Stammes zu vergrössern. Es bedarf keiner eingehenden Auseinandersetzung, um einzusehen, dass die Imprägnirung nach dieser Methode nur ungenügende Resultate geben muss, da der entrindete Theil nur sehr unvollkommen imprägnirt wird.

Um beschlagene Hölzer zu imprägniren, empfahl Lüdersdorf, dieselben in einen für diesen Zweck eigens hergerichteten Kasten zu bringen, der in seinem Boden für jeden Balken ein Loch hat. In diese Löcher sollten die Balken eingepasst und die Fugen mit Lehm ausgeschmiert werden. Hierauf sollte der Kasten bis über das obere Ende der Balken mit Imprägnirungsflüssigkeit gefüllt werden. Durch die Imprägnirungsflüssigkeit soll dann der Holzsaft zum unteren Hirnende hinausgetrieben werden. Auch diese Methode ist unpraktisch in der Ausführung und liefert höchst ungenügende Resultate.

Perrin[2] wollte durch Herstellung eines luftverdünnten Raumes von dem einen Ende des Stammes die Imprägnirungsflüssigkeit aufsaugen. Zur Herstellung des luftverdünnten Raumes sollten die noch berindeten Stämme in einen gutschliessenden Kasten eingepasst werden, in welchem durch Verbrennung von Spiritus ein luftverdünnter Raum erzeugt wird.

Die Erzeugung eines luftverdünnten Raumes durch Verbrennung von Spiritus, sowie das luftdichte Einpassen der Balken sind Operationen, welche die praktische Ausführung des Perrin'schen Vorschlags ganz in Frage stellen.

Ott'sches Verfahren.

In der neueren Zeit sind noch einige Verfahren in Vorschlag gebracht worden, die im Princip von den schon beschriebenen Methoden abweichen. Wir wollen die wichtigeren dieser Methoden beschreiben.

---

[1] Dr. Ad. Mayer, Chemische Technologie des Holzes. S. 148.
[2] Payen, Chemie industr. 1851. S. 389.

Adolf Ott[1] in Telton (New-York) construirte einen Apparat für die Imprägnirung der Eisenbahnschwellen, der namentlich in den Vereinigten Staaten eine allgemeine Verbreitung gefunden haben soll. Der Apparat soll sich ebensogut für Imprägnirung mit Theeröl, Kohlenwasserstoff, wie auch mit Metallsalzlösungen, z. B. Zinkchlorid, eignen.

Das Princip, welches dem Ott'schen Apparat zu Grunde liegt, ist folgendes:

Die Hölzer werden in einem Bade auf 100—110° Cel. erhitzt, bis das in dem Holze enthaltene Wasser verdampft ist, hierauf in ein Bad von gewöhnlicher Temperatur gebracht, das gleichzeitig die Imprägnirungsflüssigkeit bildet. Die in den Poren des Holzes befindlichen Wasserdämpfe sollen sich beim Einbringen in das zweite Bad condensiren. Dadurch sollen luftverdünnte Räume im Innern des Holzes entstehen, in welche letztere die Imprägnirungsflüssigkeit durch den äusseren Atmosphärendruck eingepresst wird. Gesetzt, die Schwellen befänden sich im Cylinder T (siehe Fig. 40) und seien mit der Imprägnirungsflüssigkeit, z. B. Theeröl, bedeckt. Nachdem letztere bis zum Siedepunkt des Wassers oder einige Grade darüber erhitzt und einige Zeit auf dieser Temperatur gehalten worden ist, bis sich aus dem Innern des Holzes keine Wasserdämpfe mehr entwickeln, lässt man kaltes Theeröl aus einem höher gelegenen Behälter langsam durch den Boden T_1 einströmen. Das heisse Oel wird vorher in den Behälter T_2 überfliessen gelassen, welche inzwischen mit einer neuen Beschickung gefüllt worden. Nachdem das kalte Oel hinlänglich mit dem Holze in Berührung geblieben ist, kann es mit einer frischen Portion von neuem zum Imprägniren verwendet werden. Was die Zeitdauer anbetrifft, während der die Schwellen in dem heissen Bade verbleiben müssen, so ändert sich dieselbe mit dem Wassergehalt des zu imprägnirenden Holzes und der Natur der Imprägnirungsflüssigkeit. Bei der Anwendung von Theerölen, die kein Wasser enthalten, soll die Zeitdauer des Erhitzens leicht bestimmt werden können, während bei dem Imprägniren mit wässerigen Lösungen nur durch nachherige Untersuchung des Holzes Anhaltspunkte für die Festsetzung der erforderlichen Zeitdauer gefunden werden können.

In Folgendem soll der betreffende Apparat nun näher beschrieben werden.

---

[1] Adolf Ott, Die Eisenbahn. Schweizer. Wochenschrift für die Interessen des Eisenbahnwesens. Bd. 1. Nr. 1. S. 4. Wagner's Jahresbericht. 1874. S. 959.

Fig. 40 zeigt eine Horizontalansicht, Fig. 41 eine Seitenansicht. T_1 und T_2 sind geschlossene Cylinder von leichtem Kesselblech von gewöhnlich 8 Fuss Durchmesser und 45 Fuss Länge. Beide sind

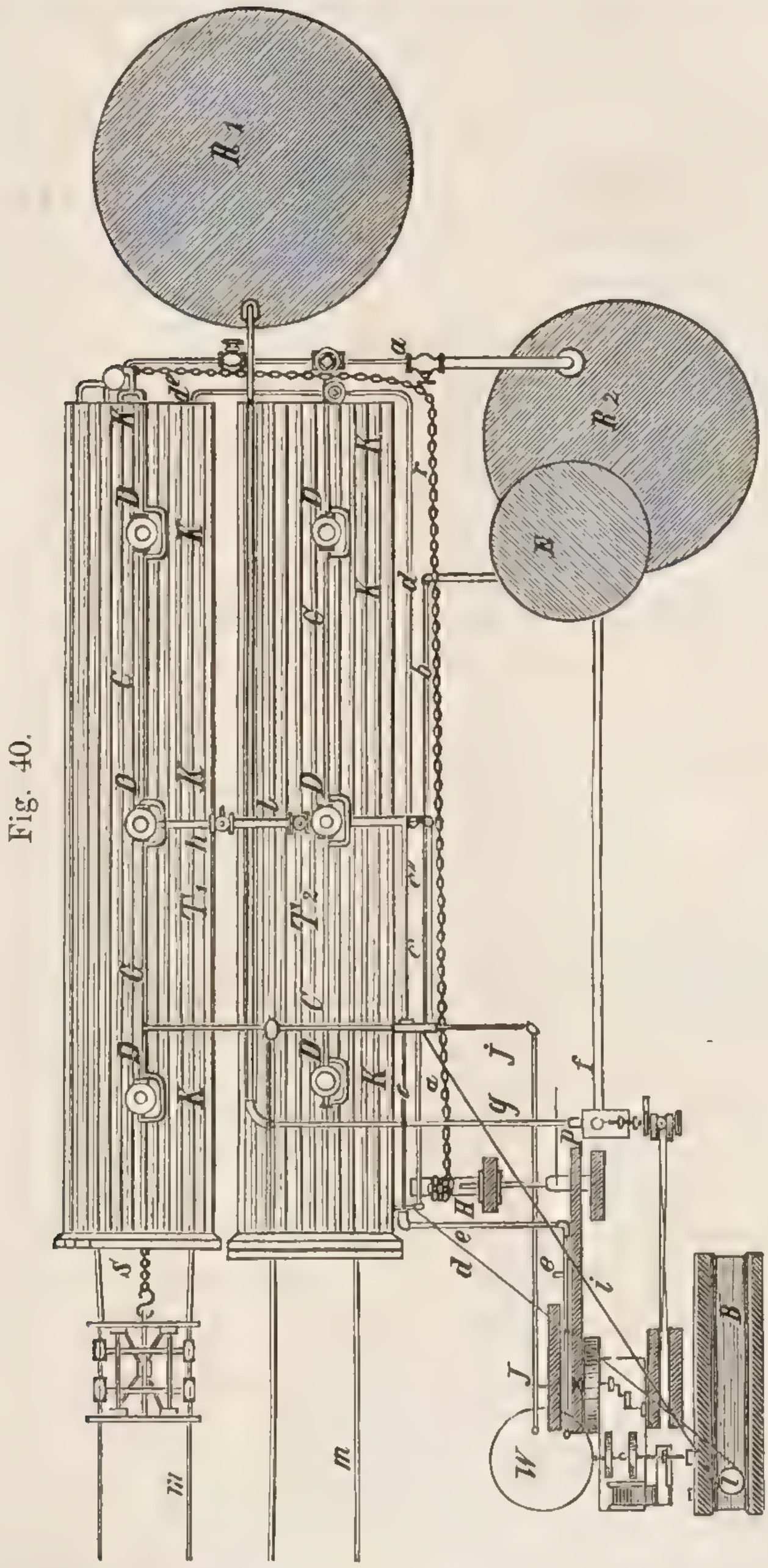


Fig. 40.

mit hermetisch schliessenden gusseisernen Deckeln D_1 (Fig. 42) und drei oben geschlossenen Domen D D D (Fig. 40 und 41) versehen. R_1 und R_2 sind Gefässe zur Aufnahme und zum Ablass der conservirenden Flüssigkeiten und das beste Material für diese Behälter ist

ebenfalls leichtes Kesselblech. Ihre Höhe beträgt 7 Fuss, ihr Durchmesser 15 Fuss. C stellt einen einfachen Condensationsbehälter von 4 Fuss Höhe und 11 Fuss Länge dar. S ist eine hölzerne Kufe zur

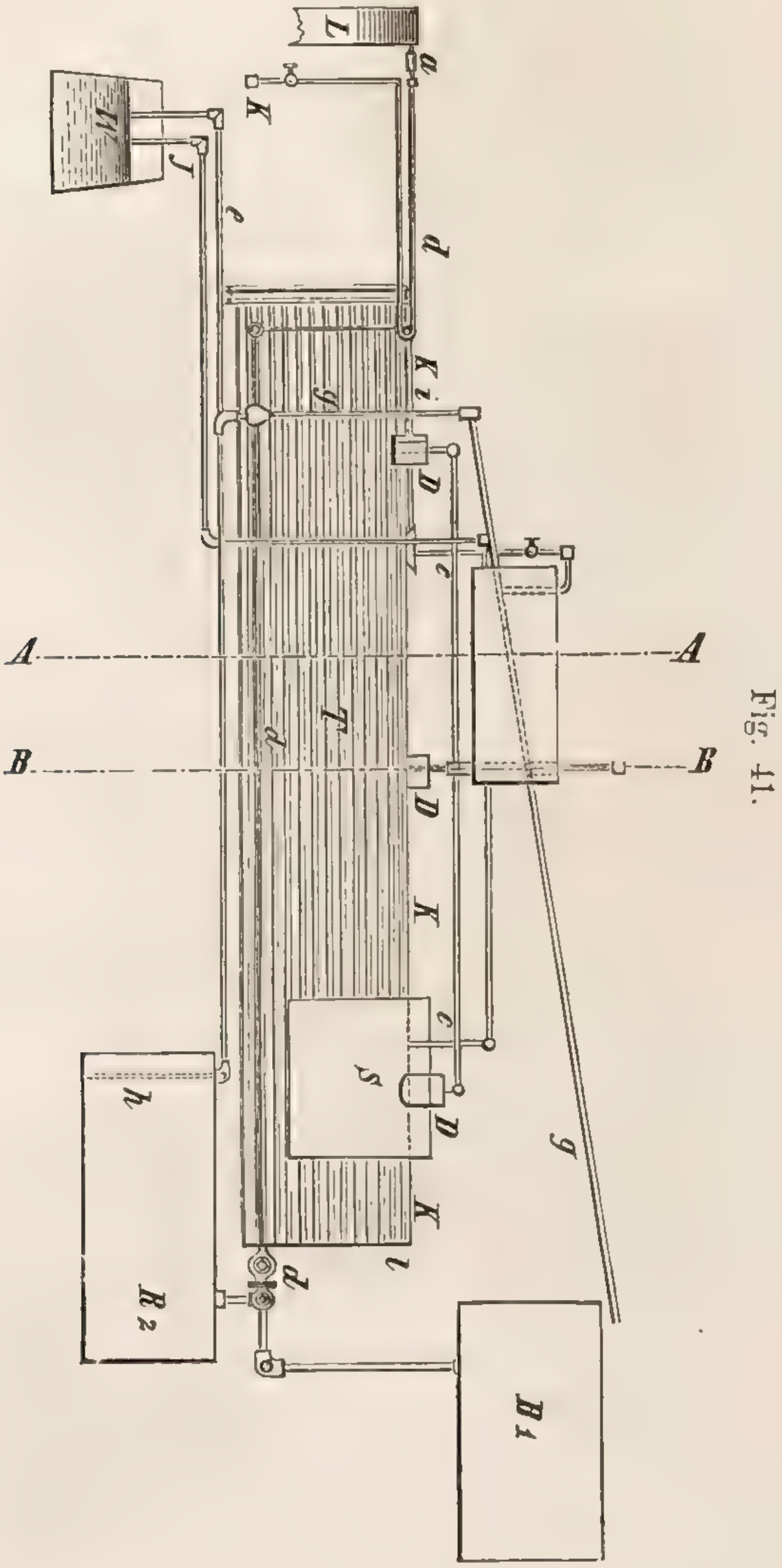


Fig. 41.

Aufnahme des aus den Schwellen entweichenden Wasserdampfes und anderer aus den Cylindern T_1 T_2 entweichenden flüchtigen Substanzen.

E ist eine Dampfmaschine, welche sowohl die nöthige Kraft für die Pumpen zu liefern hat, als auch dafür, die Schwellen in die

richtige Position zu bringen. B zeigt einen Dampfkessel, welcher gleichfalls dazu dienen soll, Dampf zur Erhitzung der Imprägnirungsflüssigkeit zu liefern.

P ist eine rotirende Pumpe zum Heben der Flüssigkeit von Kufe R_2 zu Kufe R_1. W zeigt einen Behälter zur Aufnahme des im Condensator C sich ansammelnden Wassers, sowie des in den horizontalen Röhren pp (Fig. 43) sich verdichtenden Dampfes. H (Fig. 40) ist eine Welle mit Seil S zur Bewegung des Waggons t, welcher die Beschickung enthält. v v sind Rollen, über die das Seil läuft. n n (Fig. 43) sind Schienen. a a repräsentiren Röhren, welche die Cylinder T_1 T_2 mit den oben näher bezeichneten Behältern R_1 R_2 verbinden. b (Fig. 40) ist ebenfalls eine die genannten Kessel durch ihre centralen Dome verbindende Röhre. Die Röhren c c dienen zur Leitung

Fig. 42.

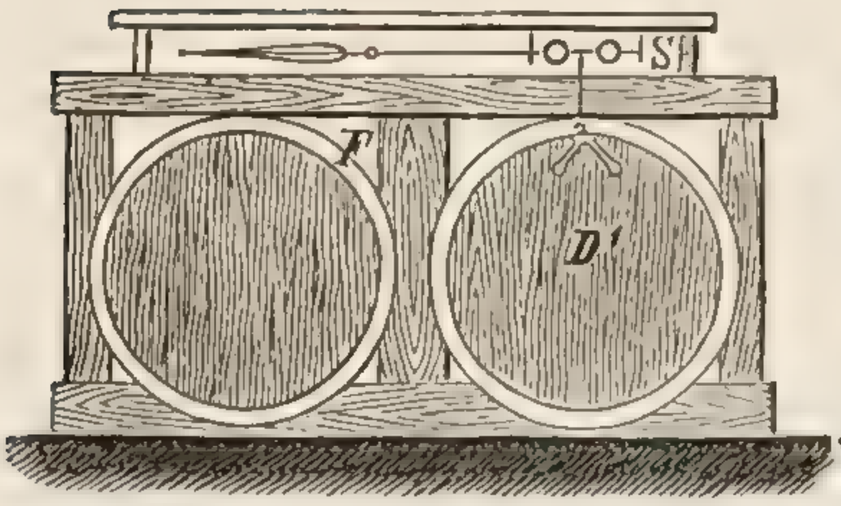
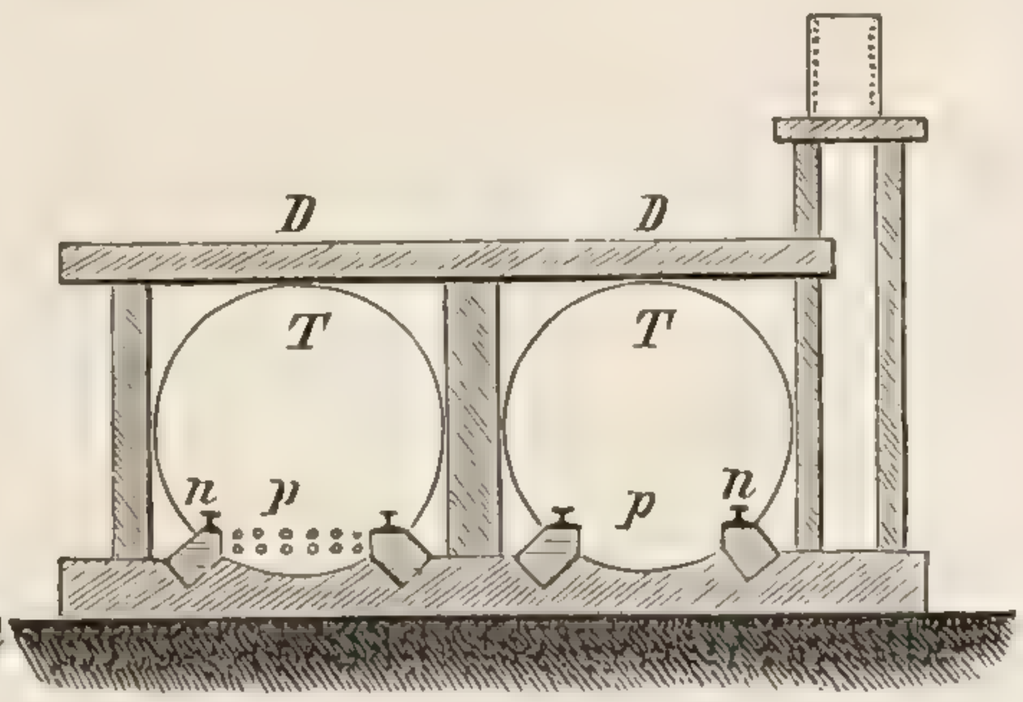


Fig. 43.



der Wasserdämpfe, die während der Behandlung des Holzes aus diesem entweichen, nach dem Condensator C, und die Röhren e e führen das in den Heizröhren verdichtete Wasser fort. f f verbindet den Aufnahmebehälter R_2 mit der rotirenden Pumpe P, und Röhre g g letzteren mit dem Ablassgefässe R_1. Röhre h steht mit dem Condensator C und Kufe S in Verbindung. i ist eine Röhre, welche dazu dient, Wasser von der Dampfpumpe K (Fig. 50 links) nach dem Condensator C und von hier aus in die unten perforirten Röhren k k zu leiten, um, wenn nöthig, die Kessel plötzlich abzukühlen. j ist eine Abflussröhre, die den Condensator C mit dem Behälter W verbindet. L repräsentirt einen Dom, von welchem aus mittels Röhre d d d nach Belieben Dampf nach den Heizrohren p p p geleitet werden kann.

Fig. 42 zeigt eine Frontansicht der beiden Kessel. D_1 ist ein verzahnter Deckel, S_1 ein Rollwagen zum Bewegen dieses Deckels, F ist eine Flansche. Fig. 43 zeigt einen Verticaldurchschnitt der

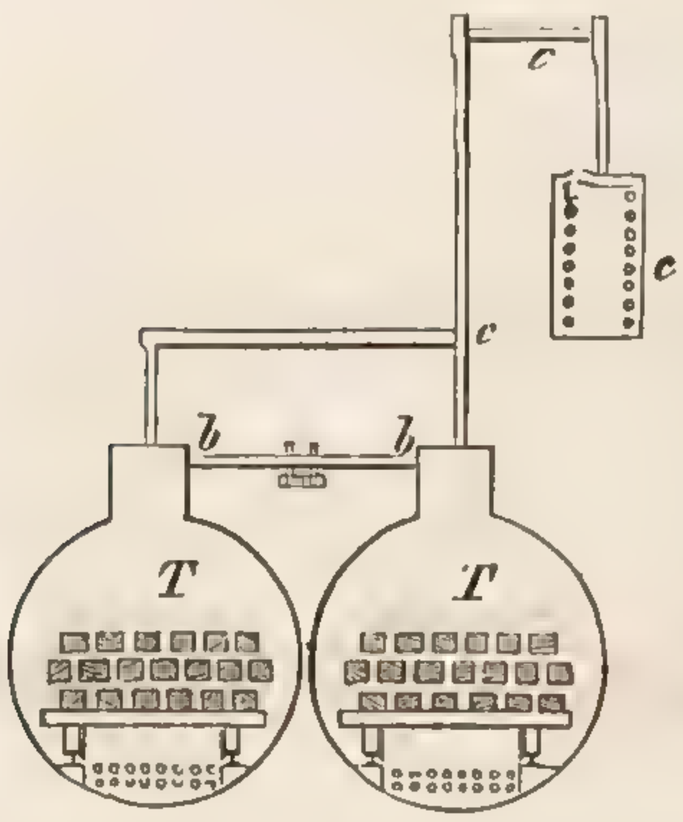
Saturircylinder und des Condensators; n n sind Schienen zur Führung der mit den Schwellen beladenen Rollwagen, p p sind Heizröhren.

Fig. 44 repräsentirt einen Durchschnitt der Cylinder in der Ebene B B, somit durch die centralen Dome und den Condensator C. c c ist eine den Wasserdampf der Schwellen nach diesem letzteren führende Röhre. b b ist eine Röhre zur Leitung der Saturirungsflüssigkeit von einem Cylinder in den andern.

Der Gang der Operation erklärt sich nach diesem von selbst. Nachdem nämlich ein Cylinder mit den Schwellen beschickt und geschlossen worden ist, lässt man Oel resp. Chlorzink von R_1 einströmen. Hierauf wird der Inhalt erhitzt.

Die flüchtigen Producte entweichen durch Röhre c nach dem Condensator, welcher mittels Pumpe K mit kaltem Wasser versehen wird. Die verdichteten Producte werden nach Kufe S geleitet. Während dieser Operation wird der andere Cylinder beschickt, und nachdem die erste Beschickung hinlänglich mit dem heissen Imprägnationsmaterial in Contact gewesen ist, lässt man dieses auf Eingangs erwähnte Weise (Deplacirung der heissen Saturirungsflüssigkeit mit solcher von gewöhnlicher Temperatur) in den zweiten Cylinder einströmen, dessen Inhalt nun ebenfalls auf eine höhere Temperatur gebracht wird. Inzwischen dringt im nebenanstehenden Cylinder die kalte Flüssigkeit in die Poren des Holzes ein, um zur Zeit, wenn die zweite Beschickung für die nämliche Operation bereit ist, als fertig behandeltes Material aus dem betreffenden Raume entfernt werden zu können. Die Vorzüge dieser Imprägnationsmethode lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Fig. 44.

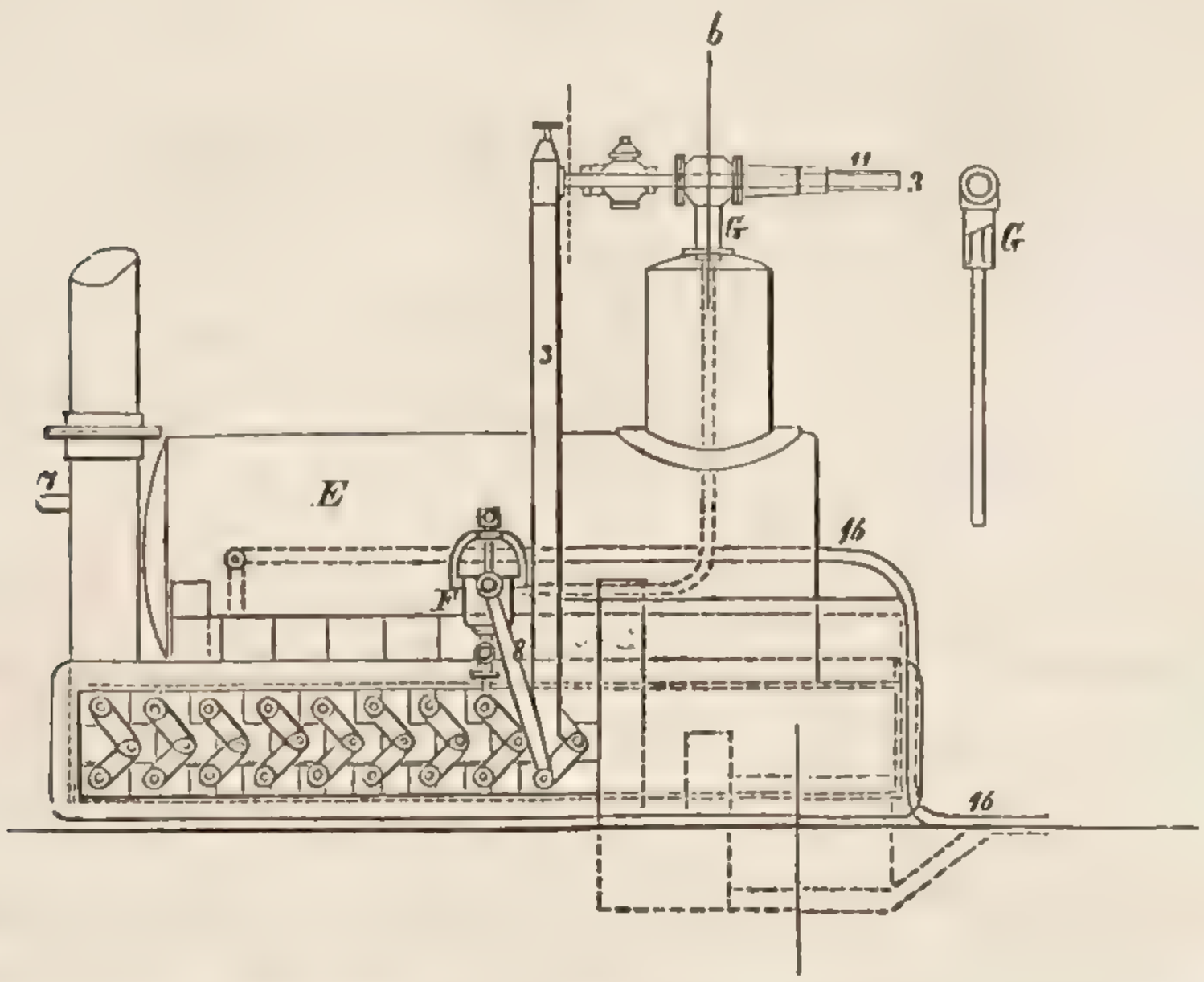


1. Continuirlichkeit der Operation; 2. Vermeidung hydraulischen Druckes und 3. Möglichkeit der Behandlung von noch grünem Holze.

Wir bezweifeln, dass nach dem Ott'schen Verfahren eine vollständige Imprägnirung erreicht wird. Eine Imprägnirung des Kernholzes wird auf diese Weise überhaupt nicht zu erreichen sein. Es entstehen nicht, wie Ott annimmt, luftleere, sondern nur höchstens luftverdünnte Räume im Innern des Holzes. Die Imprägnirungsflüssigkeit wird nur mit einem Bruchtheil des Atmosphärendrucks eingepresst.

Bei der Anwendung von wässerigen Lösungen wird die Imprägnirung noch viel unvollkommener werden als mit Oelen. In diesem Falle werden sich die durch Erhitzen erzeugten luftverdünnten Räume nicht allein mit der Imprägnirungsflüssigkeit füllen, sondern in dem Masse, als die Abkühlung und Condensation in den inneren Räumen vor sich geht, werden Luft- und Wasserdampf aus dem umgebenden Bade wieder die Poren füllen und die Luftverdünnung theilweise oder ganz aufheben. Auch muss bei Beurtheilung dieser Methode daran

Fig. 45.



erinnert werden, dass das Holz nicht ein schwammiges Gewebe mit zahlreichen miteinander communicirenden Hohlräumen darstellt, sondern dass die Holzgefässe namentlich im Kernholze und in den älteren Jahresringen geschlossene, mit Luft gefüllte Gefässe bilden.

Conservirung des Holzes durch Behandlung mit antiseptisch wirkenden Dämpfen.

Schon 1836 empfahl Brouver[1] die Behandlung des Holzes in einer Dampfkammer mit Dämpfen von Holztheer, Creosot etc.

Der Oberst L. de Paradies[2] liess sich ein Verfahren patentiren,

---

[1] Armengaud, publ. industrielle. Vol. 22. S. 164. Im Auszug Polytechn. Centralblatt. 1875. S. 290.

[2] Wochenschrift des österreich. Ingenieur- und Architecten-Vereins. 1878. S. 73. Im Auszug Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1878. S. 211.

bei welchem Dämpfe von Creosot, Carbolsäure event. Naphthalin zum Imprägniren angewendet werden.

Für das Imprägniren des Holzes mit Dämpfen antiseptischer Stoffe hat John B. Blythe[1] in Bordeaux einen Apparat construirt, den wir beschreiben wollen.

Fig. 46.

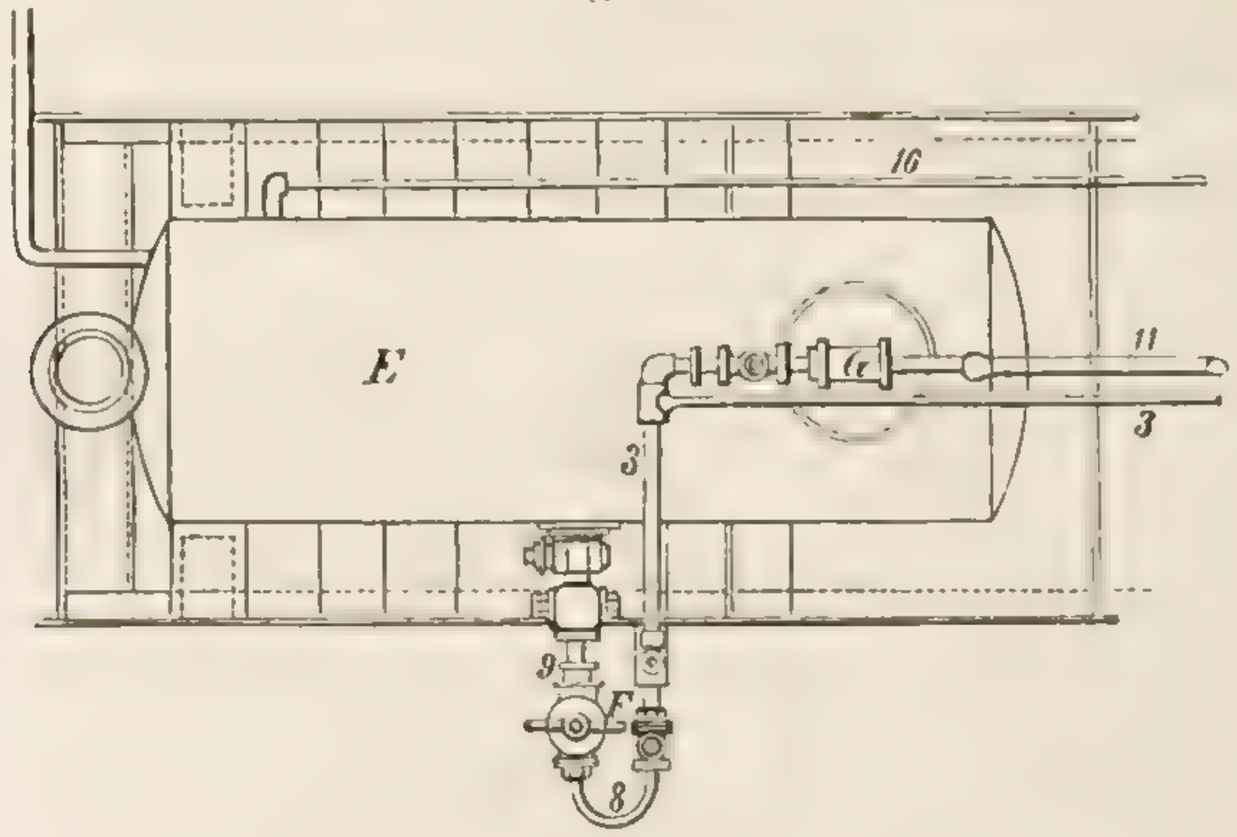


Fig. 45 auf umstehender Zeichnung zeigt eine Seitenansicht eines Oelkessels in Combination mit einem Ueberhitzungsapparat.

Fig. 46 zeigt den Grundriss.

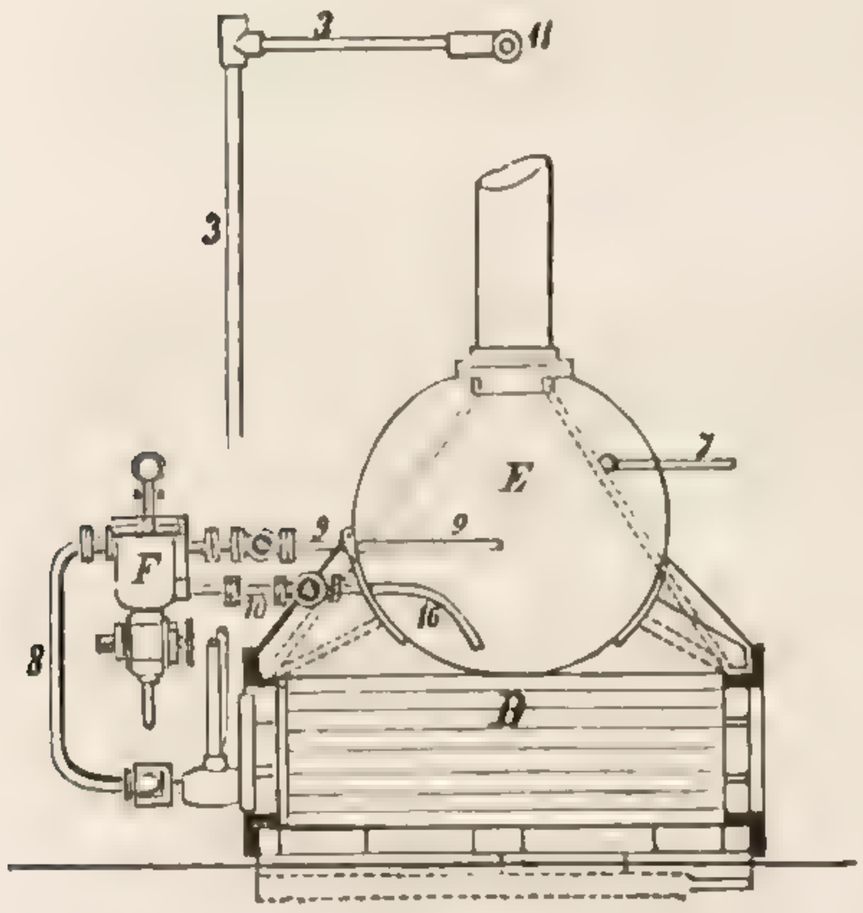
Fig. 47 ist ein Schnitt von a nach b.

Fig. 48 stellt die Vorderansicht einer Reihe von Cylindern oder Oefen und Apparate, nach Art der Erfindung arrangirt, dar.

Fig. 49 und 50 geben eine Oberansicht des Apparates.

Fig. 51 ist eine Seitenansicht eines Cylinders nebst den dazu gehörigen Theilen.

Fig. 47.



Die Anwendung der beschriebenen Apparate geschieht in folgender Weise:

Nachdem der rohe Theer oder das Theeröl zunächst aus dem Behälter A durch das Rohr a in den Oelmesser oder das Füllgefäss B und darauf durch das Rohr b in den Oelkessel E gelangt ist, tritt

[1] D. R.-P. 10423.

Dampf aus dem Dampfkessel C durch Rohr Z in den Ueberhitzer D, welcher durch eine unter dem Oelkessel befindliche Feuerung geheizt wird, durchströmt denselben und geht in überhitztem Zustande durch

Fig. 48.

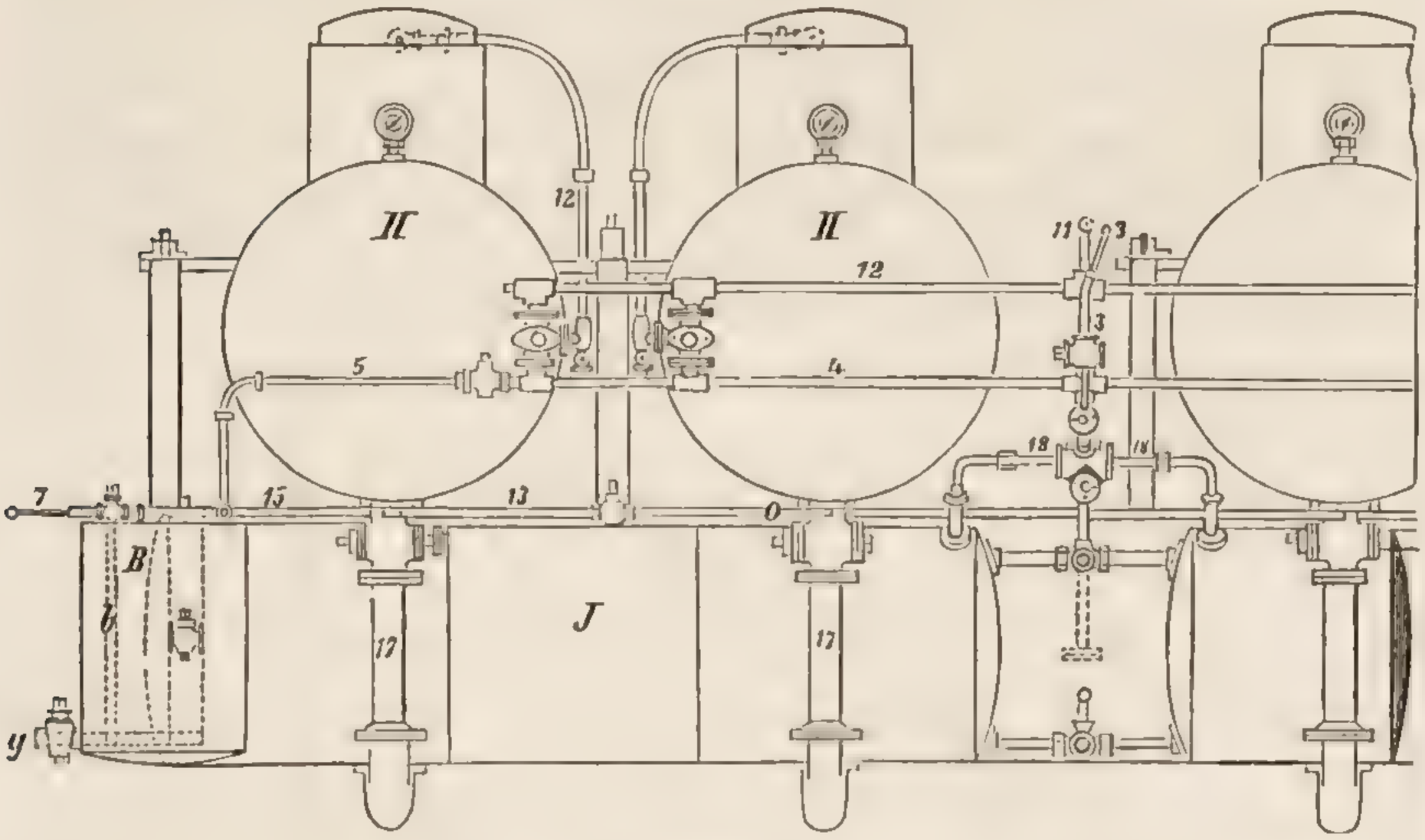
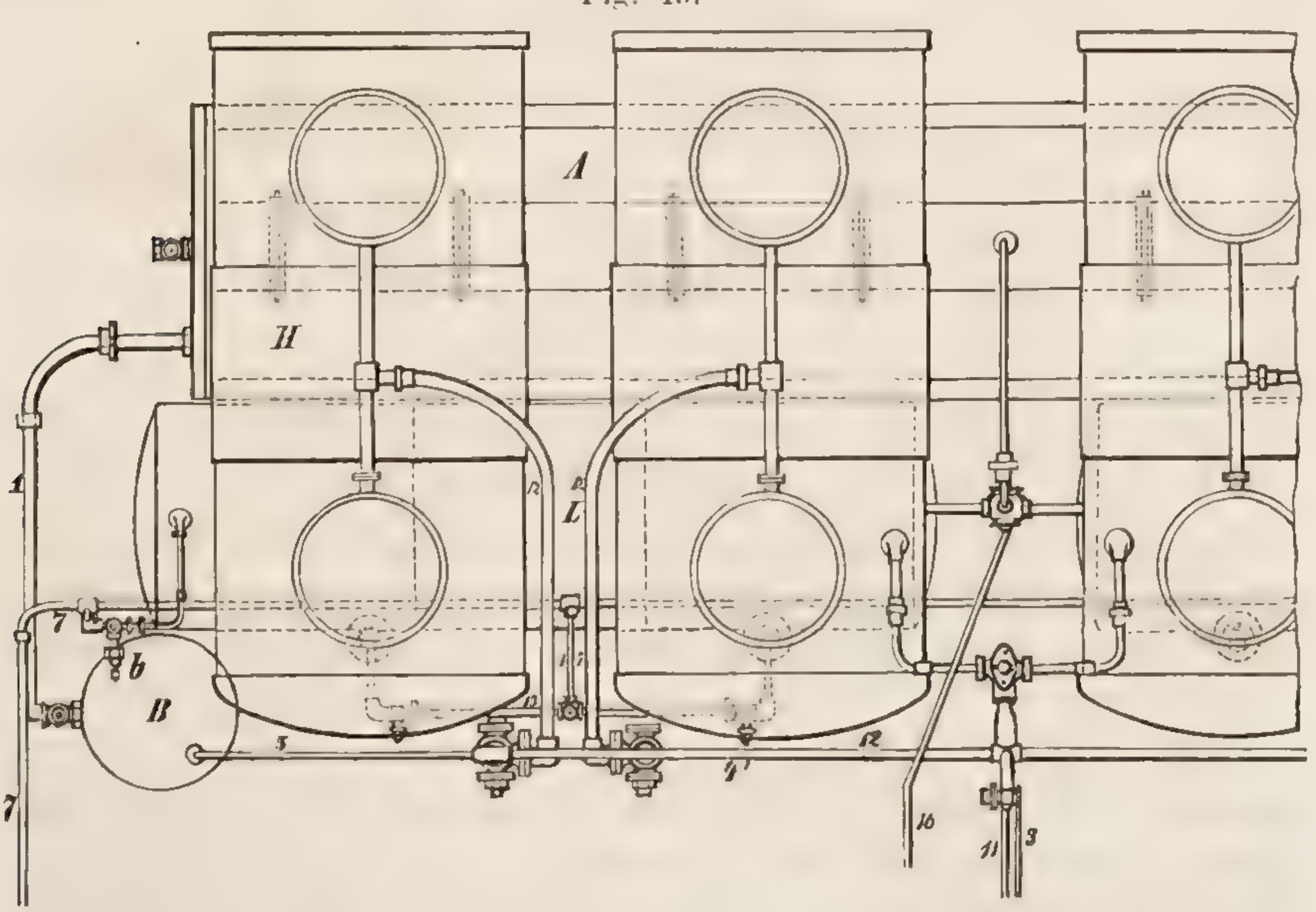


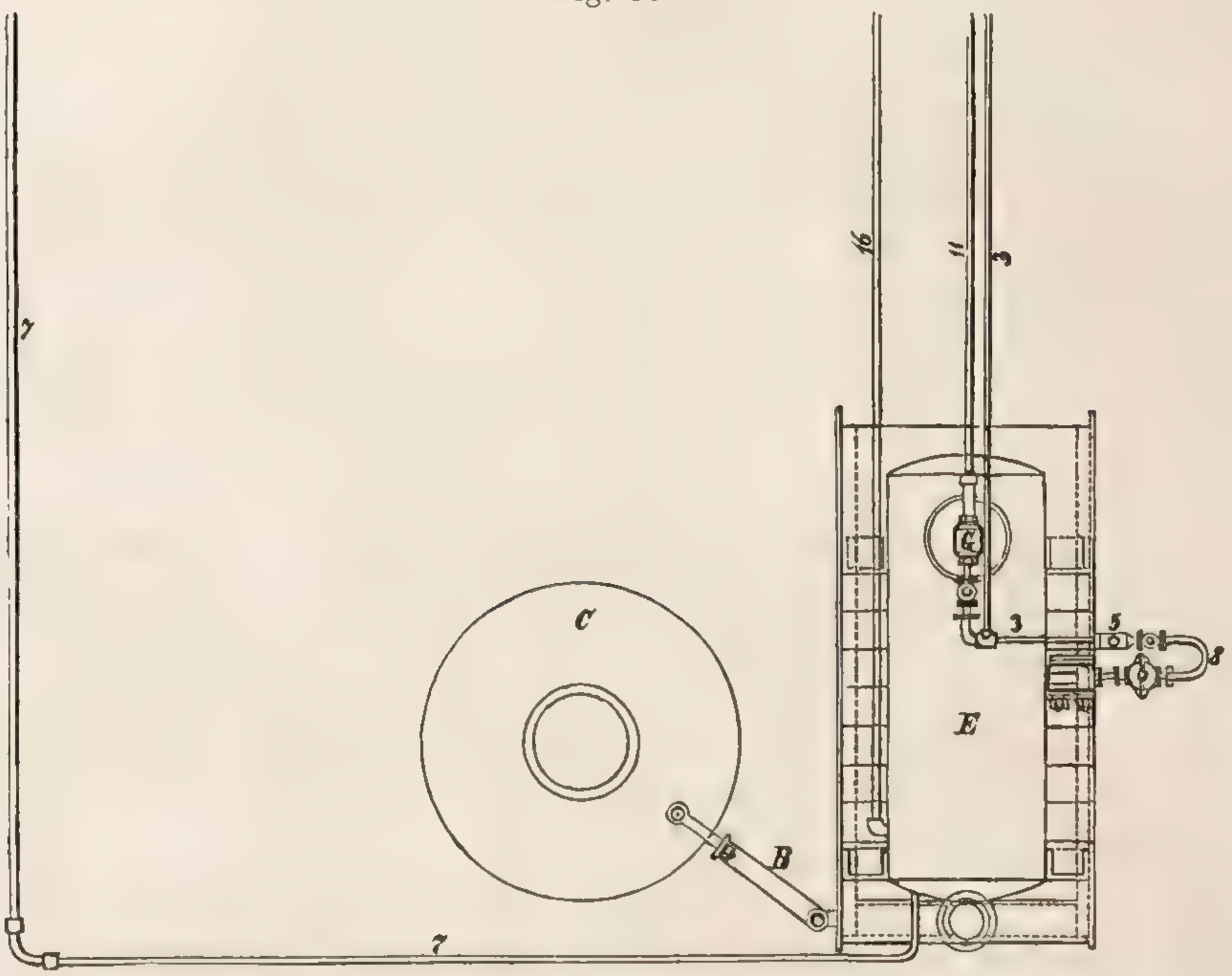
Fig. 49.



das Rohr c in den Spannungskasten F, von wo er in das erweiterte Mundstück des Ausflussrohres d einströmt, während das Saugrohr e in den Oelkessel E bis nahe an den Boden desselben sich senkt. Indem der überhitzte Dampf durch den Kasten F und das Ausflussrohr

d strömt, saugt er das Oel oder den Theer von dem Boden des Oelkessels E in den Kasten F und treibt ihn gehörig zertheilt und erhitzt in das Ausflussrohr d; letzteres führt in den Oelkessel E und in demselben aufwärts nach der Spitze seines Domes, wo es in ein zweites Gebläse G mündet. Hier trifft der mit Kohlenwasserstoff gemischte Dampf einen zweiten Strom überhitzten Dampfes, welcher durch das Rohr f zugeleitet wird, das Gemenge weiter zertheilt, erhitzt und es durch die Rohre g und h in jeden der Cylinder H

Fig. 50.

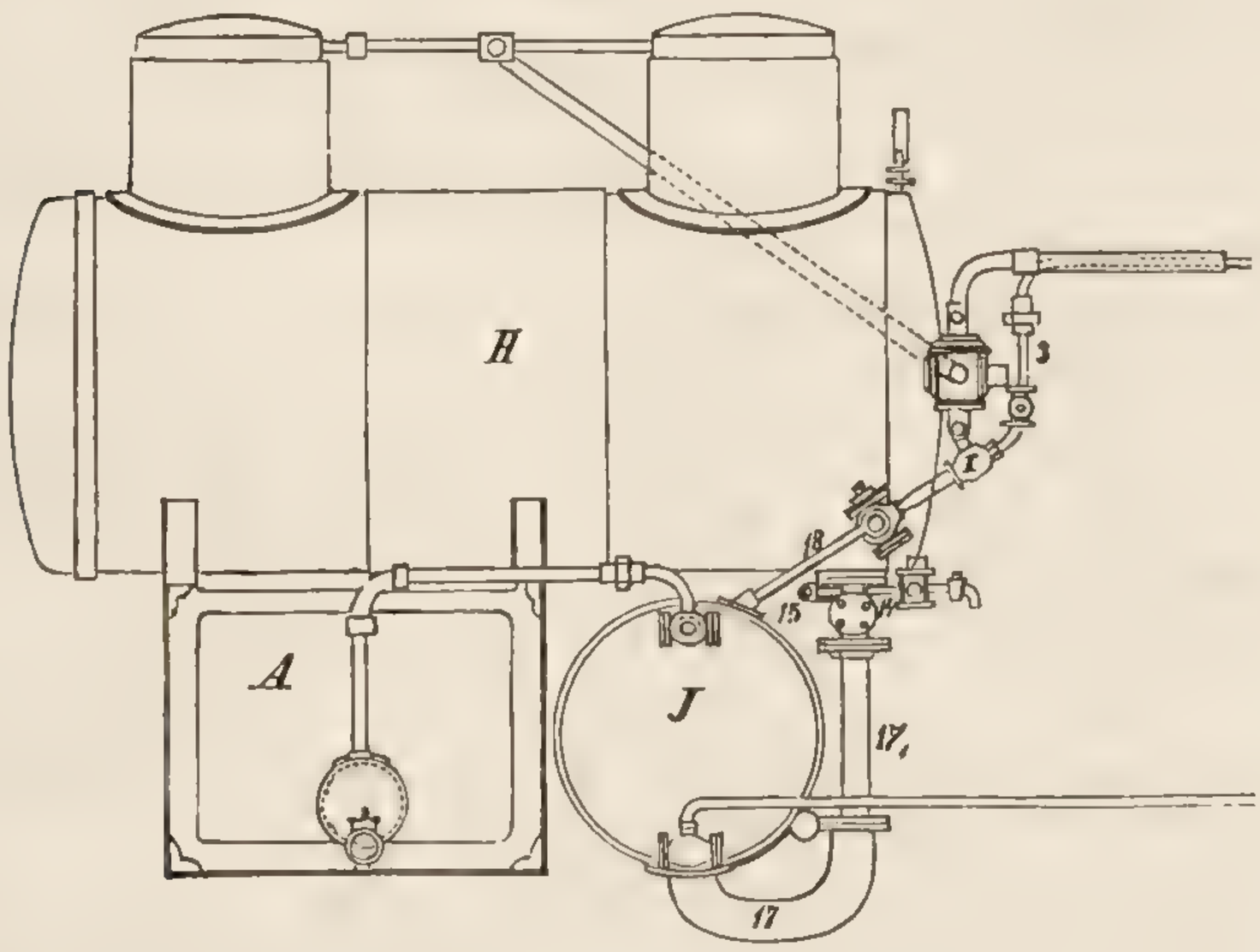


treibt. Der Saft und andere aus dem Holze kommende Stoffe vermischen sich nun ebenfalls mit der Imprägnirungsflüssigkeit und es strömt das Gemenge durch die Rohre i, k, l und b in den Oelkessel E zurück, wo es sich von neuem mit Theer, Oel, Kohlenwasserstoffen u. dergl. mischt, um wiederum durch die Gebläse F und G aufgenommen und zurück in die Cylinder H getrieben zu werden, wie vorhin. Der Oelkessel E wird vor einem Ueberfüllen mit Destillationsproducten, welche von den Cylindern H kommen, dadurch geschützt, dass durch das Abflussrohr n die Flüssigkeit stets in normaler Höhe erhalten und alles überflüssige Material durch dasselbe nach dem Condensator I abgeführt wird.

Wenn das Holz oder anderes Material in den Cylindern H zur

Genüge imprägnirt ist, so sind die Hähne der Rohre h so umzustellen, dass der carburirte Dampf in einen anderen Cylinder der Reihe eintreten kann; der Druck in dem Cylinder H, welcher ausser Thätigkeit gesetzt werden soll, ist durch Oeffnen der Hähne in den Rohren w und o, welche in den Condensator I münden, zu entfernen. Alsdann wird der Hahn des Rohres v geöffnet und dadurch der Condensator I mit dem Cylinder H verbunden, so dass durch den Hahn des Rohres f Dampf in das Gebläse F tritt. Durch Vermischung des Dampfes und der Gase, welche in dem Cylinder H waren, wird nun die im Condensator I befindliche Flüssigkeit durch Rohr v in den Cylinder

Fig. 51.



H gedrückt. Ist letzterer zur Genüge mit dieser Flüssigkeit gefüllt, so schliesst man die Hähne der Rohre v und o und der Dampf strömt jetzt durch das Rohr h und das mit demselben in Verbindung stehende Rohr w in den Cylinder H und übt auf die darin befindliche Flüssigkeit einen Druck aus, welcher genügend ist, um dieselbe in das Holz eindringen zu lassen. In dieser Weise fährt man fort von Cylinder zu Cylinder.

In Fällen, wo der Apparat auf Eisenbahnrädern befestigt ist, können die Cylinder in Gruppen von drei, vier oder mehr einander gegenübergestellt oder auf andere Weise angeordnet werden.

Ein Apparat letzterer Art wurde im März 1880 auf der Oesterreichischen Nordwestbahn in Betrieb gesetzt. Nach einem Berichte von J. Seidl in den Mittheilungen des Architecten- und Ingenieur-Vereins in Böhmen 1880, S. 25, wirkte das Verfahren jedoch nicht

befriedigend, weil bei der kurzen Dämpfzeit die Wärme nicht tief genug in das Holz eindringt, dieses nur wenig Theeröle aufnimmt und wegen des fehlenden Austrocknens zur Trockenfäule neigt.

Der letzteren Ansicht können wir nicht beipflichten; nicht die unvollständige Austrocknung ist als Veranlassung der Trockenfäule anzusehen, sondern die ungenügende antiseptische Behandlung des Holzes. Wäre eine hinreichende Menge creosothaltiger Theerdämpfe in das Holz eingedrungen, so würden später von aussen eindringende saprophytische Pilze, die, wie wir näher ausführten, allein die Ursache der Fäulniss sind, sich nicht haben entwickeln können.

Als Vortheile der Methode der Imprägnirung mit dampfförmigen Stoffen werden folgende hervorgehoben:

1. soll eine vollständige Durchdringung des Holzes erreicht werden;
2. soll mit der Imprägnirung gleichzeitig eine Trocknung bewirkt werden;
3. soll grünes Holz ebensogut wie trockenes auf diese Weise behandelt werden können;
4. sollen die so behandelten Hölzer ihre hygroskopischen Eigenschaften verlieren, durch Feuchtigkeit nicht mehr anschwellen und gut Politur annehmen;
5. sollen bereits in Zersetzung begriffene Hölzer nach dieser Methode conservirt werden können.

Diese Imprägnirmethode hat nach unserer Ansicht dagegen die Nachtheile:

1. dass durch die Behandlung mit Dampf, wie schon früher gesagt, die Elasticität und Festigkeit vermindert wird;
2. kann durch den Wasserdampf nur eine relativ geringe Menge der flüchtigen Substanz des Theers mitgerissen werden.

Die schweren Bestandtheile des Theeröls, die, wie wir später sehen werden, bei der Conservirung des Holzes eine wichtige Rolle spielen, kommen hier nicht zur Geltung. Eine gleichmässige Imprägnirung, wie sie bei dem Einpressen des Theers unter Hochdruck (Bethell'sches Verfahren) bewirkt wird, kann desshalb nicht erreicht werden, weil das Holz sich im benetzten Zustande befindet und das Oel desshalb nur schwer eindringen kann.

Quecksilberchlorid (Sublimat) $HgCl_2$.

Von den zur Conservirung des Holzes angewandten Substanzen hat das Quecksilberchlorid unbedingt die stärksten antiseptischen Eigenschaften.

Die conservirenden Eigenschaften des Quecksilberchlorids waren schon den Holzschneidern des Mittelalters bekannt; einige derselben tränkten ihre Holzstöcke mit Sublimatlösung, um sie vor dem Wurmfrass und der Fäulniss zu schützen.

1705 empfahl Homberg[1] das Einlegen des Holzes in Quecksilberchloridlösung, über hundert Jahre später (1821) wurde es von Knowles und Davy vorgeschlagen; allgemeine Anwendung fand diese Methode aber erst von 1823 ab, wo Kyan sie empfahl.

Nach dem Namen des Letzteren hat die Behandlung der Hölzer mit Quecksilberchlorid überhaupt ihren Namen erhalten, man bezeichnet sie mit Kyanisiren. Die Behandlung des Holzes mit Quecksilberchlorid besteht einfach darin, dass man die beschlagenen und behauenen Hölzer einige Tage in verdünnte Auflösung des Salzes einlegt.

Als Imprägnirgefässe dienen gut gedichtete hölzerne Kasten von verschiedener Grösse. Bei der Herstellung dieser Kasten muss die Verwendung von Eisentheilen vermieden werden, da Eisen bei Berührung mit Quecksilberchlorid metallisches Quecksilber niederschlägt und selbst als Eisenchlorid in Lösung geht.

Als Imprägnirgefässe für Eisenbahnschwellen bedient man sich auf den badischen Bahnen, welch letztere schon seit einer Reihe von Jahren das Kyan'sche Verfahren mit sehr günstigem Erfolge anwenden, hölzerner Kasten (s. Fig. 52) von 6 bis 10 M. Länge, etwa 1,4 M. Höhe und einer Breite, die etwas mehr beträgt als die Länge der gewöhnlichen Bahnschwellen, nämlich 2,6 M.

Die Kästen sind durch Zusammenfügen von 16 Cm. starken Kiefernholzbohlen hergestellt. Die zu Wänden zusammengefügten Schwellen sind durch eiserne Bohlen und eiserne Anker fest zusammengehalten. Die Fugen werden durch Werg und einen Kitt, aus Oel, Wachs und Harz bestehend, gedichtet.

Um leicht beobachten zu können, ob die Kasten auch dicht sind, werden sie auf Gerüste placirt.

Das Gerüst ist zweckmässig in die Erde versenkt, so dass der obere Rand des Imprägnirgefässes nicht über Schulterhöhe über den Boden des Kyanisirhauses hervorragt, damit das Einlegen und Ausnehmen der Schwellen leicht bewerkstelligt werden kann.

Die vollständig zugerichteten Schwellen werden in die Kästen gewöhnlich schichtenweise eingelegt, so dass sie sich weder nach der

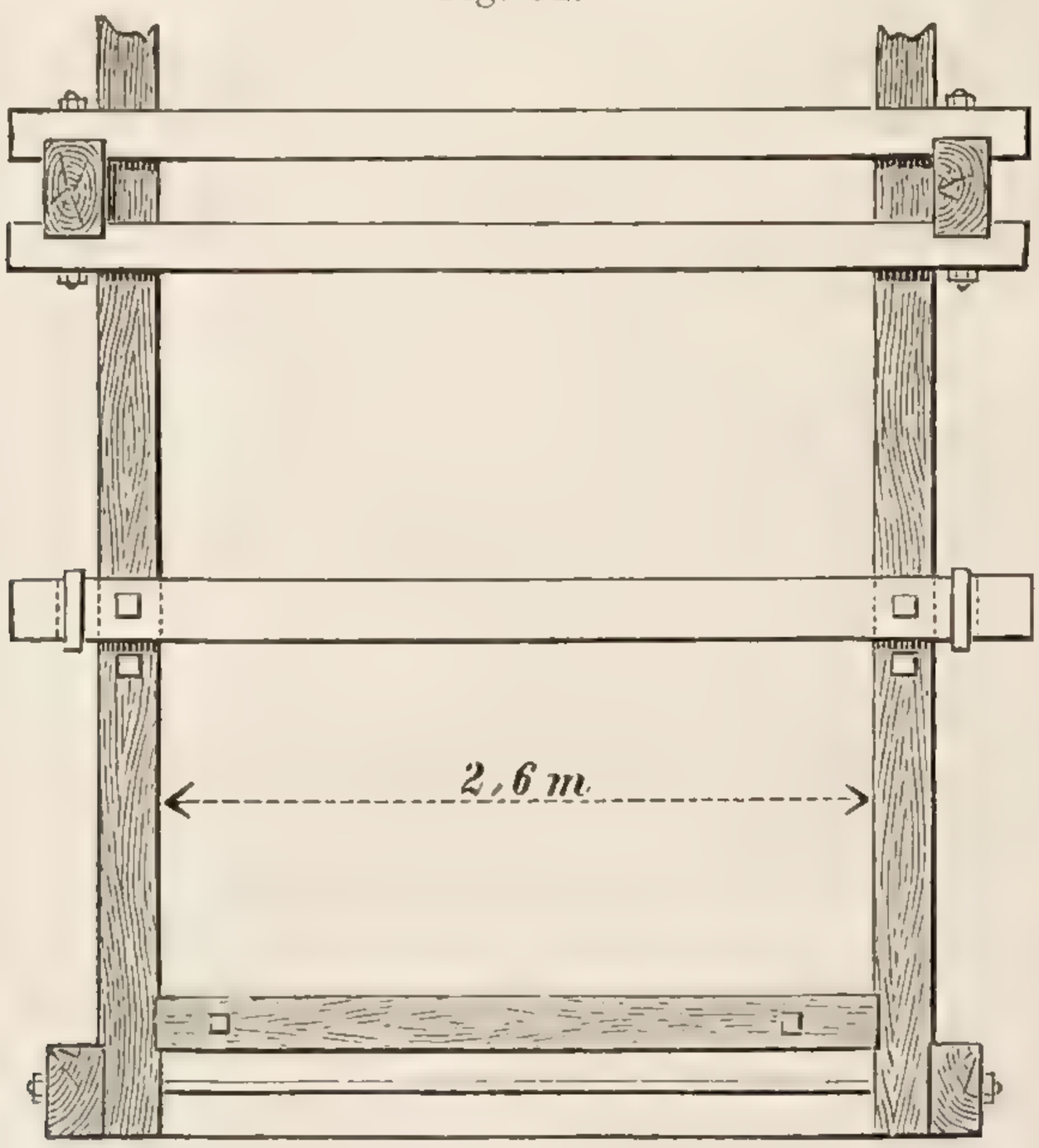
---

[1] Dr. Ad. Meyer, Die chemische Technologie des Holzes. Braunschweig 1872. S. 153.

Seite noch nach oben oder unten berühren, durch Dazwischenlegen von Latten werden sie getrennt gehalten. Um das Emporsteigen und Schwimmen der specifisch leichteren Hölzer in der Flüssigkeit zu verhindern, wird die oberste Schicht gegen die zur Construction des Kastens gehörigen, oben überlaufenden Querbalken festgekeilt.

Die Kästen werden hierauf mit 0,33—0,35proc. Lösung von Quecksilberchlorid gefüllt. Um eine rasche und vollständigere Im-

Fig. 52.



prägnirung zu erreichen, hat man concentrirte Lösungen (bis 2 Procent) empfohlen, doch hat die Praxis ergeben, dass man durch Anwendung concentrirterer Lösungen durchaus nicht entsprechend mehr erreicht.

Der Gehalt der Imprägnirungsflüssigkeit nimmt während des Einlaugens erst rascher, dann langsamer ab. Quecksilberchlorid wird in dem Holze wahrscheinlich durch Bildung unlöslicher oder schwerlöslicher Verbindungen mit eiweissartigen Substanzen des Holzsaftes fixirt. Von Zeit zu Zeit muss daher durch Zusatz von concentrirter Quecksilberchloridlösung die Lauge ausgebessert werden.

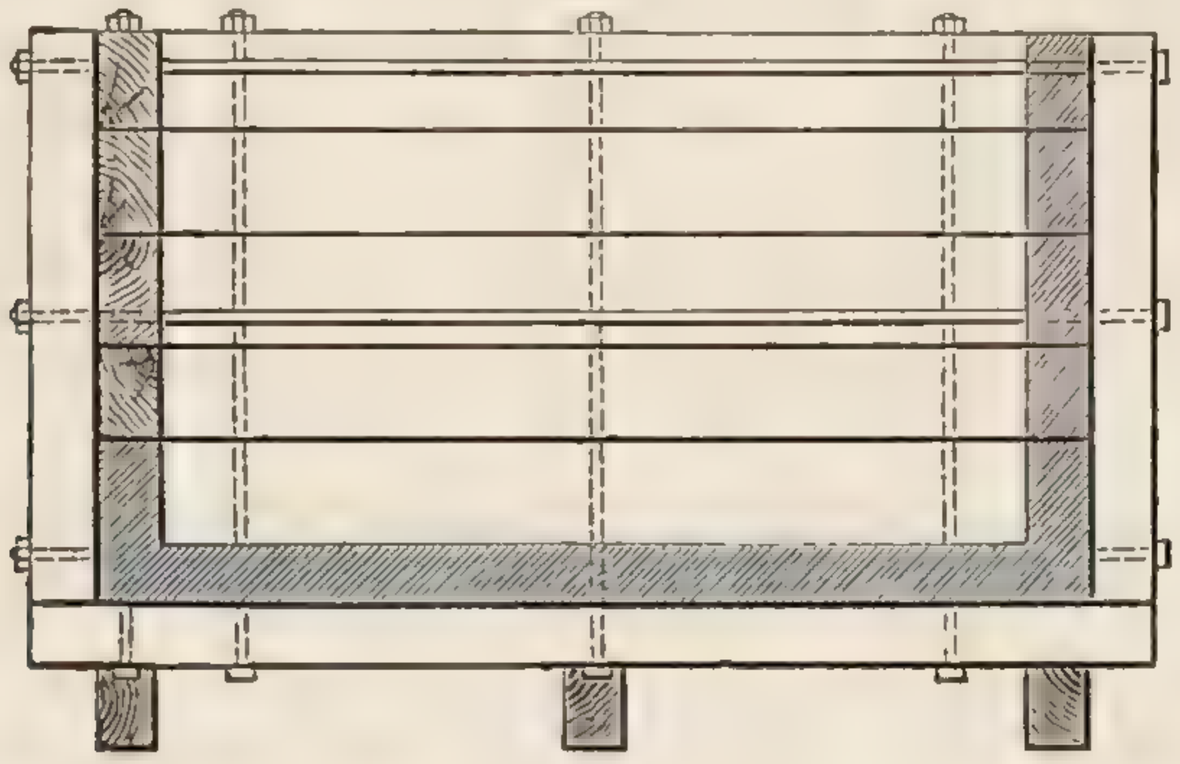
Zur Ermittelung des Gehalts an Quecksilberchlorid bedient man sich nach Dr. Ad. Meyer[1] eines sehr einfachen Titrirverfahrens, das von den Arbeitern selbst ausgeführt werden kann. Als Probe-

[1] Die chemische Technologie des Holzes. Braunschweig 1872. S. 150.

flüssigkeit dient eine Auflösung von Jodkalium, die in der Volumeinheit die doppelte Anzahl von Aequivalenten dieses Salzes enthält, als die normale Lauge Quecksilberchlorid enthalten soll. In der Fussnote[1] theilen wir die Ausführung des Titrirverfahrens, wie Dr. Meyer es beschreibt, mit.

Nach Verlauf von 2—3 Tagen wird die Imprägnirungsflüssigkeit auf ihren Gehalt untersucht.

Fig. 53.



Schwellen aus Nadelholz bleiben 8 bis 10 Tage, Eichenholzschwellen 12—14 Tage in der Quecksilberchloridlauge liegen. Je

[1] Zur Ausführung der Titrirprobe bedient man sich eines dickwandigen, auf der einen Seite geschlossenen Glascylinders von 15 Cm. Länge und bis zu seinem obersten Theilstriche, der einige Centimeter vom Rande entfernt sein muss, von etwa 20 Cbcm. Inhalt. An dem Punkte, wo der Glascylinder 10 Cbcm. fasst, ist eine Marke angebracht, die man gewöhnlich als Nullpunkt bezeichnet und bis zu welcher der Probecylinder mit der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt wird. Bei 20 Cbcm. ist eine zweite Hauptmarke angebracht, die gewöhnlich mit 2 bezeichnet wird. Zwischen 0 und 2 sind weiter Theilstriche vorhanden, welche in der Nähe von 2 immer kleinere Masse markiren und deren Bezeichnung sich einfach aus der Proportion der Volumen ergiebt. Man füllt den Probecylinder bis zum Nullpunkt mit Quecksilberchloridlösung und setzt Jodkaliumlösung zu. Ist die Quecksilberchloridlösung 0,33 procentig, so muss bei Zusatz von Jodkaliumlösung bis zum Theilstrich 1 alles Quecksilber als rothes Quecksilberjodid ausgeschieden sein. Setzt man jetzt weiter Jodkaliumlösung zu, so beginnt die Bildung eines farblosen und sehr leicht löslichen Doppelsalzes von Quecksilberjodid und Jodkalium. Der rothe Niederschlag von Quecksilberjodid löst sich in dem Masse auf, als sich das Doppelsalz bildet. War die Quecksilberchloridlösung genau 0,33 Procent, so muss bis zu dem Theilstrich 2 Jodkaliumlösung zugesetzt werden, um alles Quecksilberjodid zu lösen. Ist die Lauge zu concentrirt, so ist bis zur vollständigen Auflösung alles Quecksilberjodids weniger Jodkaliumlösung erforderlich. Ist die Lauge dagegen zu verdünnt, so tritt die Beendigung der Reaction schon eher ein, als Jodkaliumlösung bis zum Theilstriche 2 zugesetzt ist. Entsprechend dem Mehr- oder Minderverbrauch von Jodkalium wird Quecksilberchloridlauge durch Zusatz von Wasser oder concentrirtem Quecksilberchlorid verstärkt oder verdünnt.

länger die Schwellen in der Flüssigkeit liegen, desto vollständiger werden sie natürlich imprägnirt.

Bei höherer Temperatur fixirt das Holz die Sublimatlösung rascher.

Trockene Hölzer imprägniren sich rascher und vollständiger als nasse und grüne Hölzer.

Hat eine hinreichend lange Einwirkung der Imprägnirungsflüssigkeit auf das Holz stattgefunden, so wird die Lauge durch eine Pumpe am besten aus Hartgummi in ein Reservoir gepumpt und kann dann von Neuem zum Imprägniren verwendet werden. Werden Nadelhölzer imprägnirt, so wird die Lauge nur sehr wenig mit Extractivstoffen verunreinigt, bei Eichen- und Buchenholz dagegen mehr. Doch kann die Lauge, wenn man den darin enthaltenen suspendirten Niederschlag absetzen lässt und durch Decantation trennt, ohne jeglichen Verlust immer wieder von Neuem verwendet werden.

Bei den bekannten stark giftigen Eigenschaften des Quecksilberchlorids müssen in den Imprägniranstalten Vorsichtsmassregeln getroffen werden, dass keine acuten oder chronischen Quecksilbervergiftungen vorkommen. Um Vergiftungen vorzubeugen, müssen folgende Vorschriften beobachtet werden:

1. Bei Herstellung der Sublimatlösungen muss verhütet werden, dass Sublimat durch Verstauben in die Respirationsorgane gelangt. Diejenigen Leute, welche das Abwiegen und Auflösen des Quecksilberchlorids besorgen, tragen am besten Respiratoren.

2. Diejenigen Arbeiter, welche das Herausnehmen der imprägnirten Schwellen besorgen und tagtäglich mit der verdünnten Sublimatlösung in Berührung kommen, müssen bei ihren Arbeiten Gummihandschuhe tragen, damit durch dünne oder verletzte Hautstellen kein Quecksilberchlorid in das Blut gelangt.

3. Müssen den Arbeitern strenge Vorsichtsmassregeln gegeben werden, dass sie vor dem Einnehmen ihrer Mahlzeit und dem Weggehen aus der Fabrik jedesmal ihre Hände sorgfältig reinigen.

In Bezug auf die Verwendung von kyanisirtem Holze verdient noch folgendes hervorgehoben zu werden:

Von verschiedenen Seiten sind in übertriebener Weise die Gefahren geschildert worden, welche bei der Verwendung des kyanisirten Holzes für bauliche Zwecke in menschlichen Wohnungen zu Geländern, die etwa von Kindern beleckt werden, entstehen können. Bei der Verwendung von kyanisirten Hölzern in Treibhäusern will man nachtheilige Einflüsse auf die Pflanzen bemerkt haben. Uns scheint die Gefahr durchaus nicht so gross. Werden die kyanisirten

Hölzer mit einem guten Anstrich versehen, so schliesst deren Verwendung für bauliche Zwecke keine Gefahr in sich.

Auf eine Gefahr verdient mit Recht aufmerksam gemacht zu werden, die sich dann ergiebt, wenn Abfälle oder unbrauchbar gewordenes kyanisirtes Holz in Wohnräumen oder für Bäckereien zu Heizungszwecken benutzt wird. Es soll schon vorgekommen sein, dass Quecksilbervergiftungen durch Brod dadurch entstanden sind, dass das zur Heizung des Backofens verwendete Holz von ausrangirten kyanisirten Schwellen herrührte. Bei der vorhergehenden Besprechung der verschiedenen Imprägnirmethoden haben wir schon hervorgehoben, dass bei dem Imprägniren durch blosses Einlegen in die Flüssigkeit nur ein sehr oberflächliches Eindringen derselben stattfindet. Auch bei dem Kyanisiren der Hölzer findet nur ein ganz oberflächliches Eindringen der Quecksilberchloridlösung statt. Benetzt man den Querschnitt eines kyanisirten Holzes mit Schwefelammonium, so findet man, dass eine Schwarzfärbung, hervorgerufen durch Bildung von Schwefelquecksilber, nur in der Peripherie, im Splintholz entsteht, während im Kernholz keine nachweisbaren Spuren von Quecksilbersalzen enthalten sind. Trotz dieser oberflächlichen Imprägnirung zeigen aber die kyanisirten Hölzer eine grosse Dauerhaftigkeit. Gerade die günstigen Resultate, welche das kyanisirte Holz hinsichtlich der Dauerhaftigkeit gegeben hat, waren die Veranlassung, dass man in Baden, wo diese Imprägnirmethode, weil etwas kostspielig, längere Zeit nicht mehr angewendet wurde, wieder von Neuem aufgriff.

Seit dem Jahre 1838 ist das Kyanisiren der Schwellen in Baden schon in Anwendung.[1] Nach Angabe der Verwaltung sind die Resultate so günstig, dass sie von keinem anderen Verfahren übertroffen werden. Allgemein gültige Angaben über die Dauer der kyanisirten Schwellen können von der Verwaltung der badischen Bahnen nicht gemacht werden, da die Dauer der Schwellen zu sehr von der Qualität des Holzes, der mit der Grösse des Verkehrs zunehmenden mechanischen Abnutzung und der Beschaffenheit der Unterbettung etc. abhängig sei. Als ungefähre Durchschnittszahlen für den älteren Theil der Bahnen können für die Dauer der eichenen Schwellen 18—20 Jahre und für die tannenen und buchenen Schwellen 10—12 Jahre angenommen werden.

Nach Mittheilung[2] der bayrischen Staatsbahn, welche seit 1868

[1] Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1878. S. 20.

[2] Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1878. S. 20.

ebenfalls theilweise kyanisirte Schwellen verwendet, fand bis zum Jahre 1878 eine Auswechselung bei den kyanisirten Schwellen nur in Folge mechanischer Abnutzung, z. B. des Reissens, nicht aber wegen Fäulniss statt.

Für die Bahnschwellen der Great-Western-Bahn nimmt man 1 Theil Sublimat auf 46 Theile Wasser, auf der Hull-Salby-Bahn 1 Theil Sublimat auf 80 Theile Wasser.

1 Cubikmeter des Holzes der ersten Bahn enthält 0,6 Kg Sublimat.

Neuerdings hat man zu gleichem Zwecke eine durch Kochen von Carnallit mit Quecksilberoxyd entstehende Flüssigkeit zum Imprägniren vorgeschlagen. Es bildet sich Hg Cl Chlorcalium und Magnesia, von letzterer wird abfiltrirt $2\,(Mg\,Cl_2 + K\,Cl) + 2\,Hg\,O = 2\,Hg\,Cl_2 + K\,Cl + 2\,M\,O$.

Nach Funk[1] wenden von den 40 Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, welche Schwellen imprägniren, 8 Quecksilberchlorid an.

Die Kosten des Imprägnirverfahrens mit Quecksilberchlorid schwanken wie der Preis dieses Salzes. Quecksilber und Quecksilbersalze waren bis Ende der siebziger Jahre häufiger Conjuncturen unterworfen. So stieg der Preis des Sublimats 1870—1872 für 100 Kilo von 420 Mark auf 600 Mark.

Bei einem Preise von 600 Mark berechnen sich nach den Aufzeichnungen der badischen Eisenbahnverwaltung die Kyanisirungskosten folgendermassen:

1 Cubikmeter Holz nimmt durchschnittlich 1 Kilo Sublimat auf, mithin für . . . . . 6 Mark — Pfg.
Arbeitslohn pro Cubikmeter 3 „ 60 „
Summa 9 Mark 60 Pfg.

Rechnet man, dass 9 Schwellen auf 1 Cubikmeter gehen, so stellen sich die Imprägnirungskosten pro Schwelle auf 1 Mark 7 Pfg.

Die Imprägnirungskosten für alle Holzarten und Schwellendimensionen betragen nach einem Durchschnittsresultate der badischen Eisenbahnbetriebsverwaltung[2] bei niedrigen Preises den Sublimates:

	per Cubikmeter	pro Schwelle
Sublimat	1 Kilo 4,5 Mark	0,1 Kilo 4,45 Mark
Arbeitslohn .	. 3,5 „	0,35 „
Summa	8 Mark	0.8 Mark.

[1] Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 62—70.
[2] Dr. Ad. Mayer, Die chemische Technologie des Holzes. S. 158.

Nach neueren Erfahrungen der badischen Bahnverwaltung[1] ist der Arbeitslohn 0,35 Mark pro Schwelle etwas hoch und dürften 0,15 bis 0,20 Mark vollkommen genügen.

Die Holzhandlung von Katz & Klumpp in Gernsbach (Baden), welche für mehrere Bahnen kyanisirte Schwellen liefert und mehrere transportable Kyanisiranstalten besitzt, berechnet die Imprägnirungskosten pro Schwelle auf ihren Kyanisiranstalten in Bayern in folgender Weise:

Sublimat 0,1—0,12 Kilo	.	0,48—0,57 Mark
Arbeitslohn	. . . . .	0,08—0,11 „
Unterhaltung der Anstalt		0.01—0,04 „
Gesammtkosten		0,63—0,73 Mark.

Nach den Mittheilungen von Geh. Regierungsrath Funk[2] betragen die Kosten nach Angaben der deutschen und österreichischen Bahnverwaltungen pro Schwelle:

Imprägnirungsmethoden	Eichen von Mark	Eichen bis Mark	Buchen von Mark	Buchen bis Mark	Kiefern von Mark	Kiefern bis Mark
Zinkchlorid	0.24	0.56	0.49	0.80	0.32	0.51
Kupfervitriol	0.36	0.75	0.90	1.00	0.60	0.85
Quecksilbersublimat (nicht unter Druck)	0.83	1.00	—	—	1.00	1.60
Creosot (unter Druck) . . .	0.88	1.35	—	1.78	1.46	2.30

Das Imprägniren mit Quecksilberchlorid stellt sich nach der vorhergehenden Tabelle wesentlich theuer als das Imprägniren mit Zinkchlorid und Kupfervitriol, dagegen billiger als das Creosotiren der Hölzer unter Druck.

Als beachtenswerthe Vorzüge des Kyanisirens müssen bezeichnet werden:

1. Die Einfachheit in der Ausführung des Verfahrens.
2. Die geringen Anlagekosten. Alle anderen Imprägnirsysteme, welche auf der Anwendung von Maschinen und Heizapparaten basirt sind, erfordern ein ziemlich hohes Anlagecapital.

---

[1] Heusinger, Handbuch der spec. Eisenbahntechnik. Bd. 186.

[2] Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880.

Nachtheile des Verfahrens sind:

1. Der hohe Preis der in Anwendung kommenden Quecksilbersalze.
2. Die starke Giftigkeit der Quecksilbersalze.

Bezüglich der Wirkung des Sublimats haben wir schon erwähnt, dass dasselbe von allen zur Anwendung kommenden Stoffen die stärksten antiseptischen Eigenschaften besitzt.

Aus den neueren Arbeiten von R. Koch[1] geht hervor, dass Sublimat noch in einer Verdünnung von 1:1000000 schon wesentlich die Entwickelung von Spaltpilzen (Milzbrandbacillen) hemmt, während es in einer Verdünnung von 1:300000 die Entwickelung der Spaltpilze vollständig aufhebt. Spross- und Schimmelpilze werden weniger von Sublimat getödtet. Aus der Thatsache, dass Sublimat sich als vorzügliches Mittel gegen Fäulniss des Holzes erweist und gleichzeitig das stärkste Gift für die Spaltpilze ist, könnte man den Schluss ziehen, dass die Fäulniss im abgestorbenen Holze in der Erde wesentlich durch Spaltpilze bewirkt wird.

Trotzdem das Quecksilberchlorid bei dem Kyanisiren nur oberflächlich eindringt und hauptsächlich in der äusseren Fläche des Holzes enthalten ist, verliert das damit imprägnirte Holz beim Auslaugen mit Wasser wenig von dem Salze.

Die geringe Löslichkeit des im Holze enthaltenen Sublimats kann auf zwei Ursachen zurückgeführt werden. Man kann einestheils annehmen, dass das Quecksilberchlorid mit den im Holze enthaltenen albuminhaltigen Körpern eine unlösliche Verbindung eingeht, anderntheils kann die Ursache darin gesucht werden, dass sich durch einen Reductionsprocess aus dem Chlorid unlösliches Chlorür (Calomel) bildet. Für die theilweise Reduction des Quecksilberchlorids zu Chlorür sprechen die Thatsachen, dass

1. Quecksilberchlorid im Licht zersetzt und in Chlorür verwandelt wird,
2. dass sich häufig auf mit Quecksilberchlorid imprägnirtem Holze Auswitterungen von Quecksilberchlorür finden.

Zum Schluss wollen wir noch erwähnen, dass man in England versucht hat, statt des einfachen Einlegens in eine Sublimatlösung die letztere unter Hochdruck in das Holz zu pressen. Man hat auf diese Weise zwar eine bessere Durchtränkung des Holzes erreicht; allein diese Modification des Verfahrens erfordert die Construction kostspieliger Druckapparate, da die gewöhnlich angewandten eisernen

[1] Mittheilungen des Reichsgesundheitsamts. S. 234—282.

Apparate von der Sublimatlösung rasch zerstört wurden, und desshalb ist diese Methode bald wieder aufgegeben worden.

Soll das Eindringen der Sublimatlösung beschleunigt und vervollständigt werden, so wird das Holz zweckmässig bei 70—80° C. in einem der vorher beschriebenen Trockenöfen 8—10 Stunden getrocknet. Besonders empfiehlt sich das Dörren oder Trocknen bei frischem Holze.

Kupfervitriol.

Von allen Kupfersalzen wird der Kupfervitriol am meisten zur Conservirung des Holzes verwendet. Andere Kupferchloride lassen sich zwar leicht fabrikmässig herstellen und sind zur Conservirung des Holzes in Vorschlag gebracht worden, doch besitzen sie gegenüber dem Kupfervitriol keine Vorzüge.

Wie die Quecksilbersalze bilden die Kupferoxydsalze mit den proteinhaltigen Körpern mehr oder weniger unlösliche Verbindungen, doch sind ihre antiseptischen Eigenschaften weit geringer als diejenigen des Sublimats. Auf die guten Eigenschaften für die Conservirung des Holzes wurde man zuerst aufmerksam gemacht durch die Beobachtung, dass die Bauhölzer in Bergwerken, welche mit Cementwasser (kupfervitriolhaltigem Grubenwasser, entstanden durch Oxydation von Kupferkies) eine grössere Dauer zeigten. Noch ehe die Conservirung der Eisenbahnschwellen in Deutschland allgemein eingeführt wurde, hatte man auf der Braunschweig-Harzburger Bahn die Beobachtung gemacht, dass die Schwellen, welche zufällig in Kupferhüttenschlacke gebettet waren, die noch 2 Proc. Kupfer enthielt, vor anderen sich sehr gut hielten. Wie im vorhergehenden Falle war das Schwefelkupfer durch Oxydation in Kupfervitriol umgewandelt worden, und dieses hatte die Conservirung der Schwellen bewirkt.[1]

Eine allgemeinere Anwendung für die Conservirung des Holzes fand das Kupfervitriol, als Dr. Boucherie eine einfache Methode fand, das Holz im Innern damit zu imprägniren und dadurch die Wirksamkeit wesentlich zu erhöhen. Wir haben vorher schon das Boucherie'sche Verfahren beschrieben und verweisen auf das dort Gesagte. Boucherie wendet eine 1 procentige Kupfervitriollösung an und imprägnirt das Holz so lange damit, bis der unten ausfliessende

[1] Buresch erwähnt aus Leonhart's Geologie noch folgende interessante Thatsache. In einem Bergwerke zu Falun in Schweden soll Anfangs dieses Jahrhunderts der Körper eines 50 Jahre vorher verschütteten Bergmanns aufgefunden worden sein, welcher durch Kupferwasser (kupfervitriolhaltiges Wasser) in seinem äusseren Habitus vollständig erhalten gewesen sein soll.

Saft 0,33 Proc. Kupfervitriol enthält. Die Menge von Kupfervitriol, die beim Imprägniren nach diesem Verfahren fixirt wird, ist für die verschiedenen Holzarten verschieden. Nach König[1] wird die Fixirung durch die Harze des Holzes bewirkt, da ihm gelang, eine Kupferverbindung des Harzes aus dem imprägnirten Holze mit Alkohol zu extrahiren. Nach Boucherie geht die Cellulose mit dem Kupferoxyd eine unlösliche Verbindung ein. Nach unserer Ansicht fixirt nicht allein das Harz, sondern auch die proteïnartigen Körper das Kupfervitriol. Unter eigenthümlichen, noch nicht genau gekannten Bedingungen wird das in dem Holze enthaltene Kupfervitriol zersetzt. Das Kupferoxyd[2] wird zu Kupferoxydul reducirt, die Schwefelsäure soll frei werden und die Festigkeit und Elasticität der Holzfaser vermindern. Aehnliche Beobachtungen wurden später an mehreren Orten gemacht und gefunden, dass die Zersetzung des Kupfervitriols besonders an den Stellen stattgefunden hat, wo die Berührungsstellen zwischen Eisen und Holz waren. Um die Zerstörung des Holzes an diesen Stellen zu vermeiden, wurde der Schwelle an der Berührungsstelle ein Theeranstrich gegeben und die Nägel zum Befestigen der Schienen verzinkt.

Pontzen[3] glaubte die Ursache der theilweisen Zersetzung des Kupfervitriols darin suchen zu sollen, dass er annahm, dass eine bestimmte Menge desselben von den Saftbestandtheilen des Holzes gebunden werden könne, während der Ueberschuss theils durch Krystallisation sich ausscheide oder an den Berührungsstellen mit Eisen zersetze, indem sich Eisenvitriol und metallisches Kupfer bilde, und ersteres auf die Holzfaser schädlich wirke.

Auf Vorschlag von Pontzen änderte die österreichische Staatsbahn das Boucherie'sche Verfahren in der Weise ab, dass sie die imprägnirten Schwellen in den letzten 2 Stunden der Imprägnirung statt mit Kupfervitriol mit reinem Wasser behandelte. Man wollte dadurch den Ueberschuss des Kupfervitriols entfernen, doch scheint kein sehr günstiger Erfolg mit dieser Abänderung erreicht worden zu sein, da die Gesellschaft die Imprägnirung mit Kupfervitriol später ganz aufgegeben hat.

Ueber das Verhalten des mit Kupfervitriol imprägnirten Holzes beim Lagern in der Erde, gegen Wasser und Auflösungen, liegen zwei grössere experimentelle Arbeiten vor, die wir hier im Auszug mittheilen.

---

[1] Dingler's polyt. Journal. Bd. 160. S. 48.
[2] Dulpiaz, Montieur ind. 1851. No. 518.
[3] Pontzen, Neues Verfahren, um Holz zu imprägniren. Wien 1863.

Paulet[1] legte im Januar 1875 der Academie eine grössere experimentelle Untersuchung über das Verhalten der mit Kupfervitriol getränkten Eisenbahnschwellen vor.

Nach Paulet ist die aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Holzes und dem Kupfervitriol entstandene Verbindung nicht absolut unlöslich in Wasser, sondern sogar in kohlensäurehaltigem Wasser leicht löslich, und wird desshalb das Kupfersalz bei längerer Einwirkung des Wassers allmählich aus dem Holze ausgezogen. Enthält das eindringende Wasser Salze, z. B. kohlensauren Kalk gelöst, so verdrängen diese letzteren den Kupfervitriol.

Eine Schwelle von Buchenholz, welche mit Kupfervitriol imprägnirt war, wurde, nachdem sie 8—10 Jahre in der Sandverschüttung eines Eisenbahndammes gelegen hatte. an mehreren Stellen vermodert aufgefunden. Die vermoderten Stellen, welche sich in der Nähe der Schienen befunden hatten, waren braun und morsch, dagegen nicht wurmstichig, und Paulet nimmt an, dass nur eine chemische Veränderung des Holzes stattgefunden habe, dem wir nach Beschreibung des morschen Holzes nicht beipflichten können. Das zersetzte Holz enthielt nur noch geringe Mengen Kupfer, dagegen eine grosse Menge Eisensalze. Letzteres rührte von den eisernen Schienentheilen her. Man kann annehmen, dass in diesem Falle das Eisensalz das Kupfersalz aus seiner unlöslichen Verbindung verdrängt hat. Das vermoderte Holz war mürbe und leicht zerreiblich und hatte ein spec. Gewicht von 0,380, während gesundes Holz von derselben Schwelle ein spec. Gewicht von 0,758 zeigte. Bei Behandlung mit concentrirter Kalilauge löste es sich beinahe vollständig auf. Mit Salpetersäure entwickelte es grosse Mengen Kohlensäure und löste sich Kalk und Eisenoxyd auf. Diejenigen Theile des vermoderten Holzes, welche sich in der Nähe der Schienen befunden hatten, enthielten weniger Eisenoxyd.

Der Grad der Vermoderung, welche das Holz erlitten hat, steht nach Paulet im directen Verhältniss zu der Menge von kohlensaurem Kalk, welche es aufgenommen hat. Der kohlensaure Kalk bewirkt zwar direct keine Zersetzung des Holzes, aber er veranlasst sie dadurch, dass er das conservirend wirkende Agens verdrängt.

Die Veränderungen, welche das Holz im vorliegenden Falle erlitt, sind nicht durch chemische Agentien hervorgerufen, sondern das vermoderte Holz ist durch einen Fäulnissprocess gebildet worden.

---

[1] Comptes rendus. 1875. Bd. 80. S. 23. Im Auszug Polytechnisches Centralblatt. 1875. S. 254.

Für unsere Ansicht spricht die Thatsache, dass das spec. Gewicht, wie bei allen Fäulnissprocessen, auch hier so wesentlich vermindert worden ist.

Als Resultat seiner Untersuchung giebt Paulet die praktisch wichtige Thatsache an, dass sich mit Kupfervitriol imprägnirte Schwellen nicht in kalkhaltigem Terrain conserviren lassen.

In gleicher Weise wie Paulet hat Rottier[1] gefunden, dass gewisse Salze, z. B. Chlorcalcium, kohlensaures Natron und Kali, dem Holze den Kupfervitriol entziehen, und sucht in dieser Thatsache die Erklärung für die geringe Haltbarkeit der mit Kupfervitriol imprägnirten Hölzer bei Seebauten.

Entgegen der Ansicht Boucherie's, der zum Imprägniren nur reinen eisenfreien Kupfervitriol empfiehlt, will Rottier gefunden haben, dass mit schwefelsaurem Eisenoxydul oder Eisenoxydhaltigem Kupfervitriol präparirte Hölzer sich in der Erde ebenso gut hielten, als mit reinem Kupfervitriol imprägnirte Hölzer, und dass kein Grund vorliege, für die Präparation des Holzes den chemisch reinen Kupfervitriol dem gewöhnlichen vorzuziehen.

Nach Versuchen von Rottier soll die doppelte Menge essigsaures Kupferoxyd als schwefelsaures Kupferoxyd in dem Holze fixirt werden. Die Verwendung des essigsauren Kupferoxyds zum Imprägniren wurde schon 1826 von Neumarch empfohlen; ob dieses Salz grössere oder geringere antiseptische Eigenschaften als Kupfervitriol besitzt, vermögen wir nicht zu sagen, jedenfalls ist es wesentlich theurer als letzterer.

Beträchtlich grössere Menge von Kupfersalz sollen in unlöslicher Form auf der Holzfaser niedergeschlagen werden, wenn man, bevor das Holz in die Kupfervitriollösung eingetaucht wird, gewisse organische Stoffe wie Indigo oder Catechu in dasselbe einführt. Die Behandlung mit diesen organischen Stoffen dürfte für die meisten Fälle der Holzimprägnation viel zu kostspielig werden.

An Stelle von Kupfervitriol empfiehlt Rottier die Verwendung von Cuproammoniumsalzen (ammoniakalische Lösungen von Kupfersalzen), die in grossen Mengen von dem Holze aufgenommen und fixirt werden.

Wie schon früher erwähnt, wird das Holz mit Kupfervitriol nach dem Boucherie'schen Verfahren imprägnirt.

Das einfache Einlegen in eine Kupferlösung, wie es 1837

---

[1] Revue industrielle. Janvier 1875. S. 486. Im Auszug Polytechn. Centralblatt. 1875. S. 382.

J. Margary[1] vorgeschlagen, hat im allgemeinen so ungünstige Resultate ergeben, dass nach dieser Methode fast kein Holz mehr in neuerer Zeit imprägnirt wird.

Weit besser, als die eben beschriebene Methode, hat sich das Einpressen der Kupfervitriollösung durch Druck bewährt.

Letzteres Verfahren ist zuerst von J. Margary in England 1844, ferner von der Berlin-Hamburger Eisenbahn 1859 und von der Verwaltung der französischen Südbahn angewandt worden.

Der von der Berlin-Hamburger Bahn verwendete Apparat besteht nach Buresch

1. aus einer Dampfmaschine von 4 Pferdekräften,
2. dem Präparirkessel von 5 M. Länge und 1,8 M. Durchmesser aus Kupferblech mit eisernen Reifen,
3. aus einigen Cisternen.

Wie bei dem vorbeschriebenen pneumatischen Imprägnirverfahren wird nach dem Einbringen der Schwellen in den Kessel ein Vacuum erzeugt und 2 Stunden unterhalten, dann aus einem Hochreservoir unter $1^1/_2$ Atmosphäre 5—6 Stunden Kupfervitriollösung eingepresst. Pro Kubikmeter Schwellen nimmt das Holz bei dieser Imprägnirmethode circa 3 Kilo Kupfervitriol auf.

Die französische Ostbahn verwendet feststehende wie auch transportable Imprägnirkessel von Kupfer oder Gusseisen mit Mennigeanstrich oder Eisenblech mit einer Auskleidung von Guttapercha. Blei oder Holz.

Zuerst wird auch ein Vacuum erzeugt, dann 1,5 bis 2,5 Procent Kupfervitriol unter einem Druck von 5—6 Atmosphären (bei trockenen 8—10 Atmosphären, bei frischen $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde) eingepresst. Der Kubikmeter Schwellen soll bei dieser kurzen Imprägnirung 5,5 Kilo pro Kubikmeter, Telegraphenstangen sogar 7 Kilo Kupfervitriol aufnehmen.

Die Methode der Imprägnirung mit Kupfervitriol unter Druck hat sich nicht einbürgern können. Der Grund dafür muss darin gesucht werden, dass die Methode einestheils kostspielige Apparate erfordert, anderntheils darin, dass der Kupfervitriol ein zu theurer Stoff ist.

Wir wollen nicht unerwähnt lassen, dass man auch versucht hat, die Hölzer durch Kochen in Kupfervitriollösungen zu imprägniren. Eine praktische Bedeutung hat auch dieses Verfahren nicht erlangt, da keine besonders günstigen Resultate damit erzielt wurden. Wir

[1] Buresch, Der Schutz des Holzes.

unterlassen es daher, die Apparate, die man zur Ausführung dieses Verfahrens benutzt hat, hier näher zu beschreiben.

Für die Imprägnirung mit Kupfervitriol eignet sich, wie schon vorher erwähnt, das Boucherie'sche Verfahren.

Im Ganzen hat die Imprägnirung mit Kupfervitriol in der letzten Zeit viele Anhänger verloren. Am meisten wird sie in Frankreich zur Conservirung der Schwellen wie der Telegraphenstangen verwendet. Die deutschen und österreichischen Eisenbahnen haben dieses Verfahren, da es theurer ist als das Imprägniren mit Zinkchlorid und diesem gegenüber keine günstigeren Resultate giebt, meistens aufgegeben. Von den 40 Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen wendeten 1877 nur 5 noch Kupfervitriol an, dagegen wurde 1865 auf 15 Bahnen dasselbe Verfahren noch angewendet.[1]

Die Imprägnirung mit Kupfervitriol eignet sich besser für die Conservirung von Telegraphenstangen als von Eisenbahnschwellen, weil erstere Hölzer nicht mit kohlensauren Kalk oder andere Salze enthaltenden Wasser, wenigstens der Theil des Holzes, welcher ausserhalb der Erde ist, in Berührung kommen. Die Durchschnittskosten der Imprägnirung mit Kupfervitriol haben wir früher, S. 96 und 97, schon mitgetheilt.

Zinkchlorid und Zinksalze.

Von den Zinksalzen sind folgende zur Conservirung des Holzes in Vorschlag gebracht worden:

1. Zinkvitriol,
2. Zinkchlorid,
3. holzessigsaures Zinkoxyd.

Von diesen drei Salzen hat das Zinkchlorid unbedingt für den Zweck der Conservirung die grösste Bedeutung erlangt. Die conservirenden Eigenschaften der Zinksalze wurden früher für geringer gehalten, als diejenigen der Kupfersalze, wahrscheinlich desshalb, weil man die Kupfersalze für stärkere Gifte als Zinksalze ansah. Mag es in vielen Fällen auch häufig zutreffen, dass, je giftiger ein Körper ist, er auch um so grössere antiseptische Eigenschaften besitzt, so kann die Giftigkeit einer Verbindung doch kein Mass für die Zweckmässigkeit der Verwendung zum Conserviren abgeben; denn in manchen Fällen sind sehr giftige Körper weniger gute Antiseptica als

[1] Funk, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. Bd. XVII. S. 62—70.

schwächere Gifte. Neben den antiseptischen Eigenschaften muss ein Körper, der für die Conservirung des Holzes geeignet sein soll, noch andere Eigenschaften haben; er muss

1. möglichst auf der Holzfaser haften und nicht leicht durch Auswaschen daraus entfernt werden können;
3. darf er die Elasticität und Festigkeit der Holzfasern nicht beeinträchtigen;
3. muss er billig sein.

Vergleicht man, von diesen drei Gesichtspunkten ausgehend, die Kupfer- und Zinksalze, so muss man entschieden die letzteren für zweckmässiger zur Conservirung des Holzes halten.

Die Verwendung des Zinkvitriols für die Conservirung des Holzes wurde schon 1797 von Hackson in Vorschlag gebracht. Eine erhebliche Ausdehnung hat die Anwendung dieses Salzes jedoch nicht gewonnen, und zwar desshalb, weil es geringere antiseptische Eigenschaften besitzt und theurer ist als Zinkchlorid.

Die Verwendung von Zinkchlorid wurde 1838 zuerst von Sir William Burnett[1] vorgeschlagen. Burnett tränkte die zu conservirenden Hölzer in einer Lauge aus 1 Kg. Zinkchlorid und 45 Kg. Wasser. Hölzer von 0,30 M. Dimension blieben 21 Tage in der Zinkchloridlösung, wurden hierauf getrocknet und, wenn sie der freien Luft ausgesetzt waren, noch mit einem Anstrich versehen.

Diese Methode der Imprägnirung gab jedoch keine günstigen Resultate und zwar desshalb, weil die Zinkchloridlösung nur in sehr geringem Grade in das Holz drang und nur eine sehr unvollkommene Imprägnirung auf diese Weise erreicht wurde.[2]

Um ein besseres Eindringen des Zinkchlorids in das Holz zu erreichen, empfahlen Büttner und Möring[3] die Hölzer durch Dampf in dem Zinkchlorid 1 Stunde zu kochen. Auch durch diese Modification des Verfahrens wurden wenig bessere Resultate erzielt. In Baden wandte man einige Zeit anstatt der Imprägnirung mit Sublimatlösung das Büttner-Möring'sche Verfahren an, doch waren die erzielten Erfahrungen so schlecht, dass man nach kurzer Zeit zum Imprägniren mit Sublimat wieder zurückkehrte.

Burnett modificirte einige Zeit nach Entnahme des ersten Patents sein Verfahren dahin ab, dass er die Zinkchloridlösung unter Hochdruck in das Holz presste.

---

[1] Burnett, Engl. Patent vom 26. Juli 1838.
[2] Vergl. den Bericht der Altona-Kieler Eisenbahndirection.
[3] Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1869. S. 52.

Wir haben auf S. 90—92 das pneumatische System sowie die dazu nöthigen Apparate ausführlich beschrieben, und verweisen wir auf das dort Gesagte.

Das modificirte Burnett'sche Verfahren wurde zuerst in England im grossen Massstabe angewandt und damit günstige Resultate erzielt.

Durch Schiffsbaumeister Wendt[1] wurde 1846 Zinkchlorid zuerst in Deutschland angewandt.

Die zur Verwendung kommende Zinkchloridlösung würde entweder durch Auflösung von Zinkspänen in Salzsäure hergestellt oder durch Auflösen von Zinkoxyd oder Zinkblende in Salzsäure.

Für die Zwecke der Holzconservirung wird eine Zinkchloridlösung in den Handel gebracht, welche 25—31 Procent Zinkgehalt zeigt. Die für die Conservirung des Holzes verwandten Lösungen dürfen keine freie Salzsäure enthalten, weil diese die Festigkeit der Holzfaser zerstört.

Für die Auflösung von 100 Kg. Zink bedarf man 308,4 Kg. Salzsäure von 1,18 specifischem Gewicht, und man erhält daraus 408,4 Lösung mit 24,4 Procent Zinkgehalt.

Der Zinkgehalt der Lösung lässt sich leicht durch Bestimmung des specifischen Gewichts mit dem Aräometer ermitteln:

1,40
1,62
1,72

entsprechen einem Zinkgehalt von

18 Procent,
25 „
30 „

Nach Kremers[2] ist das specifische Gewicht der wässerigen Chlorzinklösung bei 100 Theilen Wasser von 19,5 Cel.

16,7 Chlorzink 1,1310,
38,8 „ 1,2714,
56,3 „ 1,3677,
92,4 „ 1,5336.

Das wasserfreie Zinkchlorid hat ein specifisches Gewicht von 2,753. In concentrirtem Zustande wirkt die Zinkchloridlösung zersetzend auf organische Körper wie concentrirte Schwefelsäure ein Die concentrirte Lösung wirkt stark Wasser entziehend, verkohlt Holz und entzündet Alkohol und Aether.

[1] Siehe Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 58.
[2] Muspratt, Techn. Chemie. Bd. 7. S. 1326.

Papier und Cellulose werden von Zinkchlorid gelöst und man wendet diese Eigenschaft des Zinkchlorids an, um aus Papier durch theilweises Lösen und Zusammenkleben feste, holzähnliche Massen herzustellen.

Burnett empfahl zum Imprägniren eine Lösung von 1 Theil Chlorzink in 59 Theilen Wasser. Dieses Mischungsverhältniss entspricht einem halbprocentigen Gewichtsgehalt der Lauge an metallischem Zink.

Um die Wirkung zu erhöhen, hat man mehrfach die Anwendung stärkerer Laugen in Vorschlag gebracht, bis zu 1 Procent Zinkgehalt. So wurde von der hannöverschen Bahn[1] ein Gemisch von 1 Theil Chlorzink von 1,80—1,85 specifischem Gewicht mit 28—31 Procent Zinkgehalt und 30 Vol. Wasser angewendet, indess scheint der Erfolg mit dieser concentrirteren Lösung kein besonders günstiger gewesen zu sein.

Das in England unter dem Namen Burnett'sche Lösung angewendete Präparat ist nach Dalping[2] ein basisches Salz, in welchem sich 45 Chlor und 55 Zink fanden, was also nahezu 14 Procent Zink mehr als das gewöhnliche Zinkchlorid enthält.

Da der Transport von concentrirtem Zinkchlorid den Bestimmungen über den Verkehr mit feuergefährlichen Körpern unterliegt, auch weiter häufig Verluste durch Bruch von mit Zinkchlorid gefüllten Flaschen entstehen, so stellt man sich auf den Imprägnieranstalten am Besten das Zinkchlorid selbst dar. Man bedarf dazu nur eines mit Blei ausgefütterten Kastens oder einer Anzahl von Steingutgefässen, in welchen das eingelegte Zink mit Salzsäure übergossen wird. Ist das Zink gelöst, so prüft man, ob noch freie Salzsäure in der Flüssigkeit vorhanden. Ist dies der Fall, so wird diese durch Zusatz von Zink vollständig abgestumpft.

Ist die Imprägniranstalt in der Nähe einer Sodafabrik, so kann zum Auflösen des Zinks die verdünnte Säure benutzt werden. Man erhält zwar auf diese Weise eine verdünntere Lösung von Zinkchlorid, doch eignet sich dieselbe bei geeigneter Verdünnung für den vorliegenden Zweck ebensogut wie concentrirte Zinkchloridlösung.

Die Herstellungskosten schwanken mit den Preisen des Zinks. Nimmt man an, dass 100 Kg. Zink 40 Mark kosten und dass zur Auflösung dieser Menge Zink 308.4 Kg. Salzsäure von 1,18 specifischem Gewicht, welche pro 100 Kg. 6 Mark kosten, erforderlich

---

[1] Muspratt, Techn. Chemie. Bd. 7. S. 1327.

[2] Ebendaselbst.

sind, so erhält man nach unserer früheren Angabe 408 Kg. Zinkchlorid mit 24,4 Procent Zinkgehalt, welche zusammen 59 Mark 50 Pf. kosten.

Wie früher erwähnt, kann die Behandlung des Holzes mit Zinkchlorid im pneumatischen Apparat auf verschiedene Weise geschehen.

1. Durch vorhergehendes Dämpfen des Holzes;
2. durch vorhergehendes Dämpfen und Kochen in der Zinkchloridlauge;
3. durch Dörren des Holzes vor dem Imprägniren.

Die dritte Methode ist nach unserer Ansicht die zweckmässigste. Die erste wird bis jetzt am meisten angewandt.

Wir wollen kurz den Gang der Operation, wie er auf einigen Imprägniranstalten befolgt wird, beschreiben.

Bei der hannöverschen Imprägniranstalt werden die fertig zugerichteten Schwellen auf geeigneten Wagen (s. Fig. auf S. 95) in den Imprägnirkessel gefahren. Man leitet dann, wenn der Kessel geschlossen ist, 4 Stunden lang Dampf von 20—25 Kg. Spannung pro Quadratzoll engl. ein. Alle halben Stunden werden aus dem Holze tretende Saftbestandtheile durch einen Hahn vom Kessel abgelassen. Nach dem Dämpfen wird der Imprägnirkessel evacuirt und dann Chlorzinklösung aus dem Reservoir zufliessen gelassen. Durch weiteres Einleiten von Dampf wird die Zinkchloridlösung dann zum Kochen gebracht. Nach einstündigem Kochen wird mit einer Druckpumpe von neuem Zinkchloridlösung zugepresst, bis der Druck auf 8—10 Atmosphären gestiegen ist. Unter diesem Druck wird die Flüssigkeit 4—5 Stunden gehalten. Eine buchene Schwelle von 2,51 M. und 1,57 Mm. Dicke soll etwa 1,39 Kg., eine eichene Schwelle 0,825 Kg. aufnehmen.

Nach Buresch[1] wurden im Jahre 1852 in Braunschweig Buchen-, Kiefern- und Eichenholzschwellen nach folgendem Verfahren imprägnirt:

1. Dämpfen $1^1/_2$ Stunde. Die Temperatur im Imprägnirkessel stieg dabei auf 129—130° Cel.; im Innern der Hölzer jedoch nicht über den Siedepunkt;
2. Evacuiren auf nahezu 27 Zoll Quecksilber; einstündiges Erhalten des Vacuums;
3. Einpressen der Flüssigkeiten unter 7 Atmosphären Druck $4^1/_2$ Stunde lang.

[1] Der Schutz des Holzes. S. 63.

Die Imprägnirungsflüssigkeit bestand aus 1 Theil Zinkchlorid von 25 Procent Zinkgehalt und 30 Theilen Wasser.

Nach der Imprägnirung wurden die Schwellen bis zu ihrer Verwendung im Freien gelagert.

Was die Aufnahme an Zinkchlorid betrifft, so muss die beachtenswerthe Thatsache hervorgehoben werden, dass die Gleichförmigkeit der Durchdringung nicht in gradem Verhältniss zu der Menge der aufgenommenen Flüssigkeit steht. Aus Versuchen, die in Wien angestellt wurden, ergab sich die früher erwähnte Thatsache, dass die Gleichmässigkeit der Durchdringung und die Menge der aufgenommenen Flüssigkeit von der Holzart sowie der Beschaffenheit des Holzes abhängig ist. Frisches Holz zeigt die geringste Gewichtszunahme. Lufttrockenes Holz nimmt mehr als frisches, aber weniger als gedörrtes Holz auf. Am gleichförmigsten durchdrungen wird aber das frisch gefällte, weniger gedörrte Holz, und den grössten Unterschied zwischen aussen und innen zeigt lufttrockenes Holz. Ist bei der Imprägnirung auch eine möglichst gleichmässige Durchdringung sehr erwünscht, so darf man sich jedoch auf Grund dieser Versuche nicht verleiten lassen, frisches Holz zu imprägniren. Ist bei dem lufttrockenen oder gedörrten Holze auch die Durchdringung keine so gleichmässige, so nimmt doch bei diesem die Aussenfläche, die am meisten der Fäulniss ausgesetzt ist, eine grössere Menge Zinkchlorid auf. Wie aus Versuchen von Wöhler[1] und Schmidt[2], die wir früher mittheilten, hervorgeht, wird auch lufttrockenes Holz bis in den Kern von Zinkchlorid durchdrungen.

Der Einfluss der Holzgattungen auf die Menge der recipirten Lauge — bei übrigens gleicher Behandlung — ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung. Auf concentrirtes Zinkchlorid reducirt, betrug die Aufnahme einer Schwelle:

	Hannöversche Bahnen	Köln-Mindener Bahn
von Eichenholz	0,4 Kilo,	1,4 Kilo,
„ Buchenholz	1,9 „	3,3 „
„ Kiefernholz	0,9 „	5,2 „

Die Angaben über die Kosten des Imprägnirens mit Zinkchlorid werden von den verschiedenen Bahnverwaltungen, da ein und dieselbe Holzgattung je nach dem Alter, Standort und Fällungszeit sehr

---

[1] Notizblatt des Architecten- u. Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. III. S. 559.

[2] Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 88.

verschiedene Mengen Zinkchlorid aufnimmt, verschieden hoch angegeben. Die Kosten der Imprägnirung von Kiefernholz stellen sich nach Baumeister[1] für verschiedene Bahnverwaltungen, wie nachfolgende Tabelle zeigt, sehr verschieden.

Als Einheit bei dieser Berechnung ist ein Cubikmeter Kiefernholz in Schwellenform angenommen.

	Hannover	Westphalen	Mecklenburg	Köln-Minden
Cubik-Inhalt einer Schwelle . . .	$3^1/_2$ c′ h.	4 c′ rh.	$3^1/_3$ c′ rh.	4 c′ rh.
Preis des Zinkchlorids pro Ctr.	8,5 Mark	9,5 Mark	18 Mark	9 Mark
1. per Schwelle.				
Aufnahme von Zinkchlorid	0,92 Kilo	1,15 Kilo	0,75 Kilo	5,2 Kilo
Preis desselben . .	0,16 Mark	0,22 Mark	0,27 Mark	0.93 Mark
Sonstige Kosten . .	0,14 „	0,11 „	0,12 „	0,13 „
Gesammtkosten des Verfahrens . . .	0,3 „	0,33 „	0,39 „	2,06 „
2. per Cubikmeter.				
Aufnahme von Zinkchlorid	10,6 Kilo	13,5 Kilo	7,3 Kilo	41,4 Kilo
Preis desselben . .	1,80 Mark	1,77 Mark	2,64 Mark	7,44 Mark
Sonstige Kosten . .	1,61 „	0,88 „	1,12 „	10,4 „
Gesammtkosten des Verfahrens . . .	3,41 „	2,64 „	3,76 „	8,48 „

Funk[2] giebt in seinem Referat folgende Zahlen:

Zinkchlorid kostet pro 100 Kilo nach den Conjuncturen 14 bis 20 Mark bei einem Metallgehalt von 28 Procent.

Nimmt man, wie Burnett angegeben hat, 1 Theil Zinkchlorid und 60 Theile Wasser, so nehmen beim Imprägniren unter einem Druck von 7 Atmosphären

Eichenschwellen 3,5 Cbf. = 0,108 Cbm. = 0,35 Cbf. = 0,0108 Cbm. Zinkchlorid,
Buchenschwellen von gleicher Grösse . . 0,68 „ = 0,0210 „ „
Kiefernschwellen „ „ „ . . 0,70 „ = 0,0216 „ „

auf.

---

[1] Heusinger v. Waldegg, Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 200.

[2] Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 68.

Wir haben schon früher eine Tabelle über die Kosten der verschiedenen Imprägnirmethoden mitgetheilt. Für Zinkchlorid stellten sich die Imprägnirungskosten pro Schwelle:

Eichenholzschwellen	0,24—0.56	Mark
Buchenholzschwellen	0,49—0,80	„
Kiefernholzschwellen	0,32—0,51	„

Von der hannoverschen Eisenbahnverwaltung werden die Kosten wie folgt angegeben[1]:

Eichenschwellen	2,37	Silbergroschen	= 0,237	Mark,
Kiefernschwellen	3,25	„	= 0.325	„
Buchenschwellen	4,92	„	= 0,492	„

Das Imprägniren mit Zinkchlorid ist das billigste Verfahren und kostet nur ein halb bis ein viertel so viel wie das mit gleichem Erfolg angewandte Creosotiren.

Ueber die Dauer der mit Zinkchlorid imprägnirten Schwellen wollen wir folgende Erfahrungen und Tabellen mittheilen.

Im Jahre 1847 wurden auf der hannoverschen Staatsbahn 6247 Stück eichene und eine kleine Portion von Buchen-, Kiefern- und Pappeln- etc. Schwellen mit Zinkchlorid imprägnirt. Die Imprägnirung geschah in dem pneumatischen Apparat mit einer Zinkchloridlösung (1 Theil Zinkchlorid von 28 Procent Zinkgehalt und 60 Th. Wasser). Die Schwellen werden zuerst gedämpft, dann ein Vacuum erzeugt und schliesslich die Imprägnirungsflüssigkeit unter einem Druck von 8 Atmosphären eingepresst.

Von den im Jahre 1847 verlegten 1041 Stossschwellen und 5206 Mittelschwellen waren am 4. Juli 1866 noch 104 Stossschwellen und 4183 Stück Mittelschwellen vorhanden.

Im Jahre 1850 wurde die Imprägnirung mit Zinkchlorid allgemein eingeführt, so dass jetzt neben 128 618 nicht imprägnirten Schwellen

922 084	Stück	imprägnirte	Eichenschwellen,
264 040	„	„	Kiefernschwellen,
103 776	„	„	Buchenschwellen

im Gebrauch sind.

Nach 16jähriger Benutzung wurden von den imprägnirten Schwellen im Durchschnitt 8,66 Procent, von den nicht imprägnirten 43,11 Procent ausgewechselt.

Von den im Jahre 1851 imprägnirten und in den Bahnen Hannover-Hildesheim-Cassel und Leer-Emden verlegten Schwellen sind im Sommer 1857, also 6 Jahre nach der Verwendung, in zwölf

[1] Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1870. S. 28.

getrennten Bahnstrecken 1448 Schwellen untersucht und unter diesen nur 65 Stück, also ca. $4^1/_2$ Procent angefault gefunden.

Wir theilen hier 3 Tabellen mit, die Geh. Regierungsrath Funk[1] in einem Aufsatz angegeben hat. Die Tabellen veranschaulichen nicht allein die Erfolge der mit Zinkchlorid, sondern auch der mit Kupfervitriol oder Creosot auf den verschiedenen Bahnen imprägnirten Schwellen.

Dauer der Fichten- und Buchenschwellen.

Die Zahl der ausgewechselten Schwellen betrug in Procenten des ursprünglichen Bestandes

In der Zeit vom ersten bis einschliesslich des	Fichtenschwellen nicht imprägnirt		Fichtenschwellen imprägnirt mit		Buchenschwellen imprägnirt unter Druck mit		
	Süd-Nordd. Verbind.-Bahn 233640 Stück eingelegt 1858	Sächs. Westl. Staatsbahn 26720 Stück eingelegt 1858	Zinkchlorid eingelaugt Altona-Kiel 3899 Stück eingel. 1852	Kupfervitriol eingelaugt Aachen-Düsseldorf 32348 Stück eingelegt 1852/53	Zinkchlorid Hannover 81002 Stück eingelegt 1852	Creosot Köln-Minden 21440 Stück eingelegt 1855	Zinkchlorid Braunschweig 600 Stück eingelegt 1852
5. Jahres	40,6	24,9	24,0	14,0	0,86	0,04	—
6. „	62,4	66,5	33,0	21,0	1,58	0,04	—
7. „	81,3	100,0	50,0	31,0	2,19	0,15	—
8. „	94,6	—	73,0	41,0	2,72	0,76	—
9. „	100	—	84,0	41,0	3,70	1,64	2,2
10. „	—	—	91,0	49,0	4,90	3,91	7,2
11. „	—	—	95,0	52,0	7,68	7,62	11,7
12. „	—	—	98,0	—	13,06	13,66	39,3
13. „	—	—	98,0	—	19,68	17,57	40,0
14. „	—	—	98,0	—	25,4	20,05	40,0
15. „	—	—	100	—	34,5	22,49	42,0
16. „	—	—	—	—	—	24,48	—
17. „	—	—	—	—	—	28,09	—
18. „	—	—	—	—	—	31,89	—
19. „	—	—	—	—	—	44,97	—
20. „	—	—	—	—	—	46,91	—
Die mittlere Dauer ist berechnet	5,2	5,1	6,6	9,6	14,8	17,8	13,0 Jahre.

[1] Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 61.

Dauer der nicht imprägnirten und imprägnirten Eisenbahnschwellen.

Die Zahl der ausgewechselten Schwellen betrug in Procenten des ursprünglichen Bestandes

	Nicht imprägnirte Schwellen.					Imprägnirt unter Druck mit		
In der Zeit vom ersten bis einschliesslich des	Kaiser Ferdinand-Nordbahn 615968 Stück	Hannover 565261 Stück eingelegt 1845—1847	Köln-Minden 340108 Stück eingelegt 1845—1848	Berlin-Potsdam 180204 Stück eingelegt 1846	Altona-Kiel 167000 Stück eingelegt 1843—1844	**Zinkchlorid** Hannover 168690 Stück eingelegt 1854	**Creosot** Köln-Minden 67678 Stück eingelegt 1854	**Zinkchlorid** Rheine-Emden 18600 Stück[1] eingelegt 1854—55
5. Jahres	0,54	0,61	0,29	—	0,06	0,15	0,05	—
6. „	1,25	1,19	1,88	0,34	0,19	0,20	0,30	—
7. „	3,95	3,88	6,11	1,81	0,33	0,37	0,32	—
8. „	8,93	6,04	11,27	3,46	1,13	0,52	0,53	—
9. „	18,34	10,48	16,36	5,35	3,84	1,18	0,53	—
10. „	25,70	14,92	20,29	8,12	6,71	2,20	0,78	1,0
11. „	41,46	19,92	26,34	11,49	10,38	4,38	0,81	—
12. „	74,73	26,09	38,97	15,63	16,64	8,02	1,02	—
13. „	—	31,61	46,06	24,28	23,32	11,50	8,60	—
14. „	—	34,33	52,73	30,89	38,27	—	12,79	5,2
15. „	—	35,91	63,13	41,69	46,83	—	19,94	6,5
16. „	—	43,51	71,39	50,01	55,29	—	21,82	7,8
17. „	—	49,93	80,64	60,43	64,87	(20,73)	26,03	9,5
18. „	—	60,77	99,09	66,60	74,16	(27,97)	30,09	12,2
19. „	—	72,42	—	73,40	83,13	(31,38)	36,72	21,4
20. „	—	77,32	—	75,40	91,57	Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf 6246 Schwellen zwischen Bremen und Sebaldsbrück	—	24,0
21. „	—	79,33	—	—	93,35		—	27,88
22. „	—	81,35	—	—	94,52		—	31,30
23. „	—	—	—	—	95,31		—	35,33
24. „	—	—	—	—	96,19		—	36,35
Mittlere Dauer	10	16	13,5	16	15,1	19,6	19,5	25 Jahre.

Mittlere Dauer von 1334215 nicht imprägnirten Schwellen zwölf deutscher Bahnen 13.6 Jahre.

[1] Diese auf der Rheine-Emdener Bahn verwendeten 18600 Eichenschwellen waren Stossschwellen, während die dort verlegten 161615 Kiefernschwellen Mittelschwellen waren.

Dauer der nicht imprägnirten und imprägnirten Kiefernschwellen.

Die Zahl der ausgewechselten Schwellen betrug in Procenten des ursprünglichen Bestandes

In der Zeit vom ersten bis einschliesslich des	Nicht imprägnirte Schwellen				Imprägnirt mit			
	Tilsit-Insterburg 68291 Stück eingelegt 1864	Leipz.-Dresden 93543 Stück eingelegt 1856	Schleswigsche Eisenb. 146800 St. eingelegt 1854	Oppeln-Tarnow 79200 Stück eingelegt 1856—1857	Kupfervitriol gesotten Berlin-Potsdam-Magdeb. 36640 St. eing. 1850	Kupfervitriol eingelaugt Lübeck-Büchen 60000 St. eingelegt 1851	Kupfervitriol eingepresst Magdeb.-Wittenberge 111044 Stück eingelegt 1849/50	Zinkchl. eingepr. Rhein-Emden 161515 Stück eingel. 1854/55
5. Jahres	1,16	11,72	2,0	16,6	0,93	0,0	0,2	0,6
6. „	4,02	23,11	8,2	37,5	1,97	0,0	0,8	0,16
7. „	14,20	35,86	27,0	58,0	2,94	0,0	1,5	0,31
8. „	32,02	47,10	51,5	77,0	4,73	1,0	3,0	0,60
9. „	44,70	61,50	62,5	84,9	7,98	2,5	4,1	0.69
10. „	55,82	73,70	75,5	91,9	12,11	5,8	5,8	1,10
11. „	68,08	86,40	80,0	98,9	17,47	19,0	8,5	1,30
12. „	78,52	100,0	86,5	—	23,99	30,6	12,6	1,40
13. „	82,77	—	90,7	—	31,14	40,6	14.9	1,6
14. „	—	—	—	—	38,50	49,0	17,3	2,7
15. „	—	—	—	—	50,20	57,0	19,4	3,5
16. „	—	—	—	—	66,2	66,0	20,9	5,7
17. „	—	—	—	—	—	69,0	—	8,4
18. „	—	—	—	—	—	—	—	13,3
19. „	—	—	—	—	—	—	—	20,8
20. „	—	—	—	—	—	—	—	26,9
21. „	—	—	—	—	—	—	—	31,6
22. „	—	—	—	—	—	—	—	37,3
23. „	—	—	—	—	—	—	—	42,3
24. „	—	—	—	—	—	—	—	46.3
Mittlere Dauer	9,4	7,9	8,6	7,0	14,0	13,9	16,0	22,8

Jahre.

„ „ von 882407 nicht imprägnirten Schwellen auf sechs deutschen Bahnen = 7,2 Jahren.

„ „ von 831341 Schwellen auf 13 deutschen Bahnen auf verschiedene Weise imprägnirt = 14,0 Jahre.

Das Imprägniren mit Zinkchlorid wird, wie nachstehende Tabelle zeigt, immer mehr auf den deutsch-österreichischen Bahnen angewandt und verdrängt, da es wesentlich billiger ist als die Präparation mit Kupfervitriol, diese in der Neuzeit immer mehr.

Laufende No.	Bezeichnung der verschiedenen Imprägnirungsmethoden	Anzahl der Eisenbahnverwaltungen, welche die verschiedenen Methoden anwendeten: 1865	1868	1877
1	Kupfervitriol	15	6	5
2	Eisenvitriol und Zinkvitriol . . .	1	—	—
3	Schwefelbaryum und Eisenoxydul	2	—	—
4	Quecksilbersublimat	3	6	8
5	Zinkchlorid	8	7	20
6	Creosot	4	5	13
7	Zinkchlorid und Creosot gemischt	—	—	4

Ueber den Werth der zweckmässigsten Imprägnirung und zwar hinsichtlich der finanziell vortheilhaftesten Methode sprach sich die Techniker-Versammlung in Stuttgart im Jahre 1877[1] in folgender Weise aus. „Da die Erfahrungen auf denjenigen Bahnen, welche das Imprägniren mit Zinkchlorid unter Druck nach dem Dämpfen und Auslaugen seit 25—26 Jahren für alle verlegten Schwellen angewendet haben (Hannover, Braunschweig etc.), sehr günstig sind und diese Imprägnirungsart nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ so viel kostet wie das Imprägniren mit Creosot oder Sublimat, so ist die Mehrzahl der Bahnen zum Imprägniren mit Zinkchlorid übergegangen.“ Vor dem Verlegen werden die mit Zinkchlorid imprägnirten Schwellen 6 bis 12 Wochen zweckmässig getrocknet. Unmittelbar nach dem Imprägniren verlegte Schwellen werden, wie Versuche der Braunschweiger Bahnverwaltung bewiesen haben, rascher schadhaft als einige Zeit gelagerte Schwellen. Einen eigenthümlichen Einfluss auf die mit Zinkchlorid imprägnirten namentlich Buchenschwellen soll die Eisenberührung üben. Auf der Braunschweiger Bahn beobachtete man 1851 an Schwellen, die erst $4^1/_2$ Jahre verlegt waren, sehr viele schadhafte faule Stellen. Bei näherer Prüfung ergab sich, dass die faulen Stellen von den Bolzen oder Nägeln ausgingen und in der Längsrichtung der Faser sich ausdehnten. Zuerst nimmt das Holz bei dieser Zer-

[1] Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 66.

setzungserscheinung eine blaugrüne Farbe an, wird dann morsch und verwandelt sich bald in eine leicht zerbröckelige, erdige Masse. In der Richtung quer gegen die Faser beträgt die Ausdehnung der schadhaften Stellen gewöhnlich nur $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ derjenigen in der Längsrichtung.

Buchenschwellen zeigten grössere Schäden als Kiefern- und Eichenschwellen. An nicht präparirten Schwellen, welche unter den gleichen localen Verhältnissen verwendet wurden, konnte dieses Faulen von den Bolzen ausgehend nicht beobachtet werden.

Uns ist diese Erscheinung vollständig unverständlich. Wie soll hier das Eisen bei imprägnirten Schwellen die Ursache werden, dass Fäulniss erregende Pilze (denn offenbar wird die beobachtete Zersetzung nicht durch den Einfluss chemischer Agentien, sondern durch saprophytische Pilze hervorgerufen) eindringen können und Zersetzung bewirken, während bei nicht imprägnirten Schwellen es diese Erscheinung nicht bewirkt?

Imprägnirung mit einer Mischung von Zinkchlorid und Creosot.

Seit Anfang 1869 hat man auf verschiedenen Bahnen eine Mischung von Zinkchlorid und Creosot verwendet. Die Resultate, die man mit dieser Imprägnirmethode erzielt, sind im allgemeinen sehr günstig. Durch die Verwendung von Creosot, das viermal theurer als Zinkchlorid ist, wird dieses Verfahren wesentlich vertheuert. Die Imprägnirung mit der Mischung geschieht im pneumatischen Apparat ganz in derselben Weise wie das Imprägniren nur mit Zinkchlorid.[1]

Dieses Verfahren eignet sich nach unserer Ansicht für Schwellen, welche an Stellen gelagert sind, wo durch Wasser der lösliche Imprägnirungsstoff ausgelaugt werden kann. Durch den Zusatz von Creosot wird das Holz für Wasser weniger durchdringlich.

Wie aus der früher mitgetheilten Tabelle ersichtlich ist, wird die Imprägnirung mit Zinkchlorid und Creosot gegenwärtig auf 4 Bahnen des Vereins deutsch-österreichischer Bahnen angewandt.

Die Verwendung von anderen Zinksalzen.

Das holzessigsaure Zinkoxyd.

Dieses Salz wurde an Stelle von essigsaurem Eisenoxyd früher zum Imprägniren empfohlen.

---

[1] Scheden, Rationell praktische Anleitung zur Conservirung des Holzes. 1866.

Max Rössler[1] hat in neuerer Zeit die Verwendung von holzessigsaurem Zinkoxyd wieder empfohlen. Anknüpfend an einen in jener Zeitschrift (S. 193, Jahrgang 1868) erschienenen Aufsatz von Jul. Rütgers, welcher die bekannten Imprägnirungsmethoden bespricht, geht Rössler von der Ansicht aus, dass es bei Anwendung antiseptisch wirkender Substanzen mineralischer Natur einzig und allein auf die Wirkung des Metalloxydes ankomme, die begleitende Säure sei nur der Träger desselben, und man habe besonders darauf zu achten, dass dieser Träger bei seinem nachherigen Freiwerden nicht selbst zerstörend auf die Holzfaser wirke. In dieser Beziehung erscheine ihm die Salzsäure des Chlorzinks nicht unbedenklich, und würde eine schwächere Säure, namentlich Essigsäure, den Vorzug verdienen. Er bemerkt dann weiter:

Ein Mittel nun, welches die schützenden und gährungsverhindernden Eigenschaften des Zinkoxyds und des Creosots in sich vereinigte, bei dem überdies das Zink in einer im freien Zustande der Holzfaser unschädlichen Säure gelöst wäre, böte also alles in diesem Fache nur Wünschenswerthe. Ein solches Mittel soll das rohe holzessigsaure Zinkoxyd sein, das man hier und da, aber nicht eben mit viel Glück, als „empyreumatische Holzbeize“ in den Handel zu bringen suchte.

Der rohe Holzessig, namentlich wenn man ihm seinen Gehalt an Methylalkohol durch fractionirte Destillation entzogen hat, soll neben harzigen Stoffen eine nicht unbeträchtliche Menge Creosot enthalten (!), das auch bei der Bereitung von holzessigsaurem Zinkoxyd in Lösung bleiben soll. Rössler ist der Ansicht, dass, wenn die Imprägniranstalten Versuche anstellen würden, es die Prüfung ergeben würde, dass sich das holzessigsaure Zinkoxyd mindestens ebenso gut wie das Zinkchlorid und Steinkohlentheer zum Imprägniren eignen würde.

Wir können der Ansicht Rössler's nicht beipflichten. Es ist wohl schwer anzunehmen und durchaus nicht experimentell bewiesen, dass bei Verwendung von Zinkchlorid dieses Salz in Zinkoxyd und Salzsäure gespalten wird, welch letztere dann die Festigkeit des Holzes schädigen soll. Man kann vielmehr mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen, dass das Zinkchlorid als solches mit eiweissartigen Körpern sich verbindet oder auf der Holzfaser niederschlägt.

Das in geringer Menge im rohen holzessigsauren Zinkoxyd enthaltene Creosot wird zwar die antiseptischen Eigenschaften des essigsauren Zinkoxyds erhöhen, doch wird es sich desshalb nicht empfehlen,

---

[1] Polytechnisches Notizblatt. 1876. S. 251.

holzessigsaures Zinkoxyd statt Chlorzink anzuwenden. Will man durch Creosot die antiseptische Eigenschaft der Zinksalze erhöhen, so kann dies einfach durch Zusatz von rohem Creosot zu Zinkchlorid geschehen, man braucht desshalb nicht das wesentlich theurere holzessigsaure Zinkoxyd statt Chlorzink anzuwenden. Soviel uns bekannt ist, hat das holzessigsaure Zinkoxyd wahrscheinlich wegen seines hohen Preises keine Verwendung im Grossen zur Imprägnirung des Holzes gefunden.

Schwefligsaures Zinkoxyd.

Nach unserer Ansicht würde sich für die Conservirung des Holzes ganz besonders das schwefligsaure Zinkoxyd eignen. (Wir sind gegenwärtig damit beschäftigt, die Verwendbarkeit praktisch zu prüfen.) Das Salz kann leicht durch Auflösen von Zinkoxyd oder kohlensaurem Zinkoxyd in einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure, oder bei Nutzbarmachung von armen oder abgerösten Zinkerzen durch Behandlung mit schwefliger Säure gewonnen werden.

Das schwefligsaure Zinkoxyd ist wenig löslich in Wasser. Die Lösung setzt beim Kochen ein basisches Salz ab, welches mit der Dauer des Kochens immer unlöslicher wird. Beim Erhitzen auf 200° Cel. entstehen schweflige Säuren, Zinkoxyd, schwefelsaures Zinkoxyd und Schwefelzink. Das Salz hat von allen Zinksalzen die stärksten antiseptischen Eigenschaften. Es haftet sehr fest auf der Holzfaser und wird durch Auslaugen mit kaltem Wasser kaum von ersterer getrennt werden.

Bei der Imprägnirung im pneumatischen Apparate muss in folgender Weise verfahren werden. Nachdem das Holz durch Trocknen oder Dämpfen und Evacuiren vorbereitet worden, wird in den Imprägnirkessel eine kalte wässerige $^2/_3$- bis 1 proc. Lösung von schwefligsaurem Zinkoxyd gedrückt. Das Einpressen der kalten wässerigen Lösung muss unter einem Druck von 6 bis 8 Atmosphären in 5 bis 6 Stunden geschehen. Hierauf wird durch Einleiten von Dampf noch 2 bis 3 Stunden das Holz in dem Imprägnirkessel gekocht. Wie schon oben erwähnt, wird beim Kochen das schwefligsaure Zinkoxyd in unlösliches basisches Salz verwandelt, welches fest auf der Holzfaser haftet.[1]

---

[1] Geitner, Annal. d. Chem. u. Pharm. 129. 350.

Eisensalze.

Holzessigsaures Eisenoxydul.

Von W. Flocton[1] wurde holzessigsaures Eisenoxydul 1838 zuerst in Vorschlag gebracht.

Von Boucherie[2] und Schultz[3], besonders von Letzterem, wurde das holzessigsaure Eisenoxydul später zur Holzconservirung empfohlen. Durch vergleichende Versuche über Verhinderung von Zersetzungen bei organischen Körpern mit verschiedenen Stoffen wie Quecksilbersublimat, arsenige Säure, Eisenvitriol, Kupfervitriol und holzessigsaurem Eisenoxydul, schloss Schultz, dass nicht das Quecksilbersublimat, sondern das holzessigsaure Eisenoxydul die grössten conservirenden Eigenschaften besitze.

Schultz benutzte, um das Holz mit dem Salze zu imprägniren, die aufsaugende Kraft des lebenden Baumes. Wir haben diese Methode der Imprägnirung schon früher beschrieben. Er verwendete eine wässerige Lösung von 8^0 B. Wie bei dem holzessigsauren Zinkoxyd werden die fäulnisshemmenden Eigenschaften dieses Salzes grösstentheils auf den Creosotgehalt zurückzuführen sein.

In Belgien[4] wurden 1842 Schwellen nach dem Boucherie'schen Verfahren mit holzessigsaurem Eisenoxydul imprägnirt, doch wurde das Verfahren bald wieder aufgegeben, weil entsprechende Erfolge nicht erzielt wurden.

Auf der hannöverschen Eisenbahn wurden 1845 Eichenschwellen mit einer Lösung von holzessigsaurem Eisenoxydul von 8 bis 9^0 B. unter einem Druck von 6 bis 8 Atmosphären, jedoch ohne vorherige Vorbereitung des Holzes durch Dämpfen und ohne Erzeugung eines Vacuum imprägnirt. Im Jahre 1858 zeigten die Schwellen eine etwas bessere Erhaltung als die unmittelbar neben denselben verlegten nicht imprägnirten Schwellen. Das Resultat der Imprägnirung war jedoch keineswegs so günstig, dass es rechtfertigte, 1,20 bis 1,50 Mk. pro Schwelle Imprägnirungskosten aufzuwenden.

Von Schultz[5] wurde für bestimmte Zwecke, namentlich wenn es sich darum handelt, Holz gleichzeitig feucht und durch Feuchtigkeit geschmeidig zu erhalten, eine Mischung von holzessigsaurem Eisenoxydul und Kochsalz zum Imprägniren empfohlen. Für Fassreifen,

---

[1] Neues Verfahren, das Holz zu conserviren. 1844. S. 24.
[2] Civil engineer and architect's Journal. April 1838.
[3] A. Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 27.
[4] Eisenbahnzeitung. 1846. No. 17. S. 147.
[5] Neues Verfahren, das Holz zu conserviren. 1844. S. 30.

die geschmeidig bleiben sollen, in dumpfen Kellern aber der Fäulniss stark unterliegen, soll eine derartige Imprägnirung, die durch blosses Einlegen in die Flüssigkeit erfolgen kann, sehr gute Erfolge haben.[1]

Hatzfeld[2] will erst das Holz mit Gerbsäure, dann mit holzessigsaurem Eisenoxydul imprägniren. Aus der Beobachtung, dass Eichenpfähle, welche viele Jahrhunderte in der Erde gelegen hatten (in Rouen wurden 1830 Eichenpiloten ausgegraben, welche nachweislich im Jahre 1150 gesetzt worden), die schwarz wie Ebenholz aussahen und von grosser Härte waren, leitet Hatzfeld die nicht richtige Schlussfolgerung ab, dass die Dauerhaftigkeit des Eichenholzes auf dessen Reichthum an Gerbsäure und Gallussäure zurückzuführen sei. Er ist der Ansicht, dass die so reichlich vertretene Gerbsäure auf die Holzfaser eine ganz ähnliche Wirkung hervorbringe wie Lohe auf animalische Häute, dass sie nämlich harte unlösliche Verbindungen bilde, welche ohne Aenderung dem Einflusse der Hitze und Feuchtigkeit widerstehen können. In dem Holze sollen sich bei dieser Imprägnirmethode gerb- und gallussaure Eisenoxyde bilden.

Wir bezweifeln stark, dass die Schlussfolgerungen Hatzfeld's richtig sind. Gerbsäure selbst wird, wie wir früher bei Besprechung der Fäulnisserscheinungen des Holzes hervorgehoben haben, durch Fäulniss erregende Pilze zersetzt, und lässt sich daher mit einer gewissen Bestimmtheit voraussagen, dass die freie Gerbsäure wie auch die von Eisenoxyd gebundene die Fäulnisserscheinungen des Holzes nicht verhindert. Die Conservirung der Eichenpiloten in dem vorher erwähnten Beispiele muss auf eine Versteinerung des Holzes zurückgeführt werden.

Eisenvitriol.

Durch Beobachtungen in Eisenbergwerken, wo eisenvitriolhaltige Wasser in das Grubenbauholz eindrangen, will man die Beobachtung gemacht haben, dass derartige Hölzer sich länger conservirten.

Schon 1740 wurde derselbe von Fagot zur Holzconservirung vorgeschlagen. Die Hölzer wurden nur in einer erwärmten Lösung von Eisenvitriol einige Zeit liegen gelassen. Der Erfolg dieser Imprägnirung war ein sehr geringer.

In Belgien und Frankreich wurde von 1841—1850 mehrfach Eisenvitriol, entweder nach dem Boucherie'schen Verfahren oder mittelst Tränken zum Imprägniren benutzt.

[1] Dr. Ad. Mayer, Die chemische Technologie des Holzes. 1872. S. 129.

[2] Dingler's polyt. Journal. 210. S. 78. Zeitschrift für den österreichischen Ingenieur- und Architecten-Verein. 1873. S. 225.

Ebenso wurden auf der Berlin-Stettiner Eisenbahn eine kurze Zeit die Schwellen durch einfaches Tränken in einer Eisenvitriollösung (1 Theil Eisenvitriol und 18 Theile Wasser) imprägnirt.

Obgleich die Kosten der Imprägnirung sehr gering sind, z. B. bei der Behandlung nach dem Boucherie'schen Verfahren nur 40 Pf., bei blossem Einlegen in eine Eisenvitriollösung nur 20 Pf. betragen, ist doch das Verfahren überall als aufgegeben zu betrachten. Der Grund davon kann nur darin gesucht werden, dass man schlechte Erfolge mit dieser Imprägnirmethode gehabt hat. Als wesentlichste Uebelstände bei der Verwendung des Eisenvitriols muss der Umstand hervorgehoben werden, dass Eisenvitriol die Festigkeit der Holzfaser vermindert. Durch Oxydation wird der Eisenvitriol in basisch schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt. Die Holzfaser spaltet theilweise das letztere Salz in Eisenoxyd und schlägt es auf der Faser nieder und Schwefelsäure wird frei. Letztere übt nach längerer Einwirkung einen sehr nachtheiligen Einfluss aus.

Die antiseptischen Eigenschaften des Eisenvitriols sind sehr schwach und muss desshalb schon der Eisenvitriol als ein schlechtes Conservirungsmittel betrachtet werden.

Von anderen Eisensalzen sind noch in Vorschlag gebracht worden, aber unseres Wissens noch nicht in grösserem Massstabe zur Anwendung gekommen:

1. Eisenchlorid von Waetten und Brochard[1] (1847), später 1855 von Jackson eine Mischung von Zinkchlorid und Eisenchlorid.
2. Das schwefelsaure Eisenoxyd.

Zum Schluss wollen wir noch auf die früher schon erwähnte Thatsache aufmerksam machen, dass mit Eisensalz durchdrungene Hölzer von dem Pfahlwurm nicht zerstört werden sollen (was wir sehr bezweifeln).

Manganvitriol (schwefelsaures Manganoxydul).

Von Muenzing[2] wurde das Eintauchen der Hölzer in eine mit Kalk neutralisirte Lösung von Manganvitriol vorgeschlagen. Eine Anwendung im Grossen hat diese Methode nicht erfahren. Die antiseptischen Eigenschaften des schwefelsauren Manganoxyduls sind nicht stärker als diejenigen des Eisenvitriols.

---

[1] Armengaud, publ. industrielles. Vol. 32. S. 164 im Auszug polyt. Centralblatt. 1875. S. 293.

[2] Polyt. Centralblatt. 1875. S. 290.

Alaun und schwefelsaure Thonerde.

Die Conservirung des Holzes durch Eintauchen in eine Lösung von Alaun oder Eisenvitriol wurde von Fagot[1] schon 1740 zuerst empfohlen. Später ist der Verwendung desselben entweder für sich allein oder in Verbindung mit anderen Substanzen von Anderen vorgeschlagen worden. Alaun wie auch schwefelsaure Thonerde sind zur Holzconservirung nie in grösserem Masse verwendet worden.

Kalk und Kalksalze.

Aetzkalk gelöst oder in Pulver allein, oder in Verbindung mit anderen Substanzen wurde öfters empfohlen.

Monteith (1835) empfahl das Einlegen des Holzes in Kalkwasser. Kalksalze wie Chlorcalcium wurden mehrmals, wie bereits früher erwähnt, zur Erzeugung von unlöslichen Salzen in Verbindung mit anderen Substanzen zur Verwendung empfohlen. Ein Erfolg lässt sich von diesen Imprägnirmethoden nicht erwarten, da die Kalksalze kaum antiseptische Eigenschaften haben und der Aetzkalk rasch durch die Kohlensäure der Luft und des Bodens in eine indifferente Verbindung, in den kohlensauren Kalk übergeführt wird. Nach Schultz soll der holzessigsaure Kalk ganz gleiche conservirende Eigenschaften wie das holzessigsaure Eisenoxydul haben. Die antiseptischen Eigenschaften dieses Kalksalzes sind wie bei dem Eisensalze auf den Gehalt an Creosot zurückzuführen.

Bariumsalze.

Von den Bariumsalzen wurde namentlich das Schwefelbarium in Verbindung mit Eisenvitriol angewandt. Die Ausführung geschieht in folgender Weise:

Die Hölzer werden unter Hochdruck zuerst mit Schwefelbarium, hierauf mit Eisenvitriol imprägnirt. Das Verhältniss von Schwefelbarium und Eisenvitriol wird zweckmässig so genommen, dass sie sich gegenseitig zu Schwefeleisen und schwefelsaurem Baryt umsetzen. Man nimmt dazu auf 1 Aequivalent Schwefelbarium 1 Aequivalent Eisenvitriol.

Dieses Verfahren ist für die Schwellenimprägnirung auf der Köln-Mindener und der Kaiser Ferdinand-Nordbahn angewendet worden.

Die Erfolge mit dieser Imprägnirmethode sind auf beiden Bahnen

---

[1] Polyt. Centralblatt. 1875. S. 286.

sehr schlecht gewesen, und ist das Verfahren wohl als aufgegeben zu betrachten. Die Imprägnirung mit Schwefelbarium und Eisenvitriol gehört wesentlich zu den Methoden, wo durch Erzeugung von unlöslichen Verbindungen in dem Holze ein Abschluss der Luft und des Wassers erreicht werden soll. Antiseptische Eigenschaften würden den erzeugten unlöslichen Verbindungen nicht zukommen.

Ausser Schwefelbarium ist noch Chlorbarium zu gleichem Zwecke in Vorschlag gebracht worden.

Kochsalz und andere Alkalisalze.

Das Kochsalz gehört zu denjenigen Substanzen, welche man am frühesten zur Conservirung des Holzes vorgeschlagen hat, wahrscheinlich weil man dessen conservirende Eigenschaften bei der Conservirung der Nahrungsmittel schon kannte und öfters Gelegenheit hatte, diese zu beobachten. Auch an Bauhölzern in Steinsalzbergwerken und Gradirwerken hatte man die Erfahrung gemacht, dass dieselben eine wesentlich grössere Dauerhaftigkeit zeigten als andere.

Statt des reinen Kochsalzes empfahl Dr. Granville[1] 1837 die Anwendung von Mutterlauge zum Conserviren des Holzes.

In Deutschland wurden zuerst auf der Magdeburg-Leipziger Bahn 1844 Versuche gemacht, die Schwellen durch einfaches Tränken in Mutterlauge von der Saline Schönebeck zu conserviren. Das Resultat war kein sehr günstiges, aber wohl hauptsächlich desshalb, weil die Imprägnirung ungenügend war.

Ebenso unbefriedigend waren die Resultate, die auf der hannöverschen Eisenbahn mit Mutterlauge von der Saline Egestorffshall erzielt wurden. Die Mutterlauge von 21^0 B. wurde bei diesen Versuchen in die lufttrockenen Hölzer unter einem Druck von 6 bis 7 Atmosphären mehrere Tage eingepresst. Nach der Imprägnirung wurden die Hölzer getrocknet.

Die 1852 auf der hannöverschen Eisenbahn angestellten Versuche ergaben dagegen ein günstiges Resultat. Es wurden 69 Stück Eichen, 52 Stück Buchen, 11 Stück Fichten und 2 Stück Erlenhölzer mit Mutterlauge aus der Lüneburger Saline nach einem verbesserten pneumatischen Verfahren (Dämpfen, Evacuiren und Druck bis 7 Atmosphären) imprägnirt. Die nach unserer Ansicht etwas hohen Präparationskosten sollen für Eichenschwellen pro Stück 25 bis 30 Pf., für Weichholz pro Stück 50 bis 70 Pf. betragen.[2]

---

[1] Buresch. Der Schutz des Holzes. S. 30.

[2] Ebendaselbst.

Nach 6 jährigem Lagern war bei der Mehrzahl der Eichenschwellen der Splint augenscheinlich viel schlechter erhalten als Schwellen, welche unter gleichen Verhältnissen mit Zinkchlorid imprägnirt waren.

Die Buchen-, Erlen- und Fichtenholz-Schwellen zeigten sich ohne Ausnahme sehr gut erhalten.[1]

Ein noch günstigeres Resultat wurde auf der Strecke Gotha-Eisenach im Jahre 1848 mit Schwellen erhalten, welche aus Bauhölzern von Gradirwerken geschnitten waren. Die durchschnittliche Dauer dieser Schwellen ergab sich auf der zweigleisigen Strecke auf 10,67 Jahre, auf der eingleisigen 9,5 Jahre. Berücksichtigt man, dass diese Schwellen von gebrauchtem Holze hergestellt waren, so ist das Resultat günstig zu nennen.

Die oben zur Verwendung empfohlenen Mutterlaugen der Salinen Schönebeck und Lüneburg zeigen durchschnittlich folgende Zusammensetzung:

	Schönebeck	Lüneburg
Chlornatrium	15,057	15,1019
Chlorcalium	—	—
Chlorcalcium	—	—
Chlormagnesium . . .	7,200	9,1426
Chloraluminium . . .	—	—
Bromnatrium	—	Spur
Schwefelsaurer Kalk . .	—	—
„ Magnesia	3,522	0,1349
„ Kali . .	5,358	5,3721
„ Natron .	—	—
„ Thonerde	—	—
Kieselsäure	—	—
Wasser	68,863	—
Kohlensaurer Kalk . .	—	0,1480

Wir haben schon erwähnt, dass eine Kochsalzlösung nach Gottgetreu das beste Mittel gegen den Hausschwamm ist und mit Schwefel- oder Salzsäure gemischt das wirkende Agens in dem Geheimmittel Mykothanaton etc. bildet.

Verwendung von Borax.

Von Meier d'Uslar[2] wurde 1851 die Verwendung von Borsäure und borsaurem Natron und Wasserglas zum Conserviren des

---

[1] Muspratt, Techn. Chemie. Bd. 5. S. 195.

[2] Polytechn. Centralblatt. 1875. S. 291.

Holzes empfohlen. Das Holz soll entweder mit Lösungen dieser Stoffe angestrichen oder in die auf 80 bis 100° C. erwärmte Flüssigkeit eingetaucht werden.

Sigmund Beer[1] in New-York liess sich für die Vereinigten Staaten von Nordamerika ein Verfahren patentiren, nach welchem das Holz mit einer siedenden Lösung von Borax behandelt werden soll. Beer verfährt in folgender Weise: In einem Troge von Holz oder Eisen präparirt man eine gesättigte Lösung von Borax in Wasser, welche an Quantität ausreicht, das Holz zu bedecken, dann erhöht man durch Dampf oder auf andere Weise die Temperatur der Lösung bis zum Siedepunkt und erhält sie 2 bis 12 Stunden lang je nach der Porosität und Dicke des Holzes. Man wiederholt die Operation mit einer minder concentrirten Lösung von Borax in Wasser, wobei man das Holz jedoch nur halb so lange kocht. Hierauf wird es herausgenommen, und sobald es trocken ist, soll es für den Gebrauch fertig sein. Durch die Behandlung mit Borax nimmt das Holz eine grössere Härte und eine eigenthümliche Farbe an. Will man ihm die Farbe und Härte des natürlichen Holzes wiedergeben, so soll es mehrmals in kochendem Wasser gewaschen werden.

Es soll zwar nicht nöthig sein, concentrirte Lösungen von Borax zu verwenden, doch empfiehlt es sich als zweckmässig, weil diese öfters wieder verwendet werden können.

Sollen dicke Hölzer conservirt werden, so werden dieselben zweckmässig vorher in der gewöhnlichen Weise gedämpft und, während sie noch warm und nass sind, in den Trog mit Boraxlösung gelegt. Soll das Holz wasserdicht gemacht werden, so empfiehlt Beer, der Boraxlösung bei der zweiten Behandlung der Hölzer Schellack, Harz oder andere Substanzen zuzusetzen, welche letztere in der kochenden Boraxlösung löslich sind, aber nach dem Trocknen in kaltem Wasser unlöslich werden.

Durch die Behandlung mit Boraxlösung will Beer die die Fäulniss herbeiführenden Substanzen entfernen. Beer giebt als einen Vortheil seiner Methode an, dass die Eiweisskörper durch die Boraxlösung leicht entfernt werden, während bei der Behandlung mit Metallsalzen die die Conservirung bewirkenden Substanzen in unlösliche Verbindung übergeführt werden, da sie die Poren verstopfen, das tiefere Eindringen der Metallsalzlösungen verhindern.

Das Beer'sche Verfahren hat nach unserer Ansicht folgende Uebelstände: 1. Durch blosses Tränken wird kaum eine hinreichende

[1] Gewerbeblatt für das Grossherzogthum Hessen. 1869. S. 169.

Imprägnirung erzielt werden. Will man Borax verwenden, so muss die Lösung desselben nach dem pneumatischen Verfahren eingepresst werden. 2. Das Verfahren wird sich, da der Borax einen ziemlich hohen Preis hat, theuer stellen. Die Behandlung mit Schellack, Harz etc. und Boraxlösung wird sich nur für kleinere, feinere Holzgegenstände anwenden lassen.

Wasserglas.

Fuchs empfahl 1825 das Einlegen des Holzes in eine Auflösung von kieselsaurem Natron zum Unverbrennlichmachen des Holzes, später, 1837, wurde es von einer Gesellschaft in Annaberg zum Conserviren empfohlen. Nach dem Vorschlag der letzteren sollte das Holz zuerst 30 Tage in eine Wasserglaslösung, hierauf einige Tage in verdünnte Salzsäure eingelegt werden.

Durch die Salzsäure soll freie Kieselsäure abgeschieden und Kochsalz in dem Holze gebildet werden.

In späterer Zeit ist die Verwendung des Wasserglases zum Conserviren entweder für sich allein oder in Verbindung mit anderen Substanzen, wie Alaun, löslichen Kalksalzen. noch öfter in Vorschlag gebracht worden, ohne dass uns über die Anwendung im Grossen etwas bekannt geworden ist.

Bei der Anwendung des Wasserglases suchte man meist die Erzeugung eines unlöslichen Niederschlages im Holze und damit den Abschluss der Luft und Feuchtigkeit zu erreichen. Es wurde zu diesem Zwecke die Wasserglaslösung entweder durch blosses Eintauchen oder durch Einpressen unter Druck in das Holz gebracht und dann durch eine Säure freie Kieselsäure abgeschieden, oder durch ein Salz ein unlösliches Silicat in dem Holze gebildet. Diese Methode liefert, wie wir später sehen werden, nur sehr ungenügende Resultate, weil die Abscheidung der Kieselsäure in dem äusseren Theil des Holzes stattfindet und die sich abscheidende Kieselsäure (im pulverförmigen Zustande) durchaus nicht die Poren des Holzes ausfüllt und dadurch einen Abschluss der Luft und des Wassers bewirkt.

Die antiseptischen Eigenschaften des Wasserglases sind sehr schwach, und kann desshalb auch durch einfaches Imprägniren des Holzes mit demselben keine Conservirung erreicht werden.

Saures chromsaures Kali.

Verfasser, der vor einigen Jahren die chromsauren Salze zum Gerben der Häute empfahl, versuchte auch zuerst dieses zum Conserviren des Holzes anzuwenden.

Versuche, die in England mit diesem Salze auf dessen Vorschlag ausgeführt wurden, ergaben bis jetzt sehr günstige Resultate. Eine $^1/_2$- bis 1 proc. Lösung von saurem chromsauren Kali durchdringt unter Druck eingepresst das Holz gleichmässig. Die antiseptischen Eigenschaften des sauren chromsauren Kalis sind weit stärker als diejenigen des Kupfervitriols und des Zinkchlorids.

Der Preis des wasserfreien chromsauren Kalis ist billiger als der des wasserfreien Kupfervitriols.

Die Festigkeit der Holzfaser wird, so weit unsere Versuche reichen, durch die Behandlung mit saurem chromsauren Kali nicht alterirt.

Eichenholz wird bei der Behandlung mit diesem Salze braun bis dunkel gefärbt. Nadelhölzer nehmen eine schmutzgelbe Farbe an.

Interessant wäre, wenn von Fachtechnikern noch weitere Versuche über Verwendung der chromsauren Salze zum Conserviren des Holzes angestellt würden.

Wir wollen noch hervorheben, dass nach angestellten Versuchen die Imprägnirung mit diesem Salze sich nicht als wirksam gegen die Verwüstungen des Pfahlwurmes erwiesen hat.

Arsenverbindungen.

Schon 1730 wurden von Baster Arsenpräparate zur Conservirung des Holzes empfohlen.

Die antiseptischen Eigenschaften der Arsenverbindungen, namentlich der arsenigen Säure, sind nach dem Quecksilbersublimat die stärksten. Eine 1 proc. Lösung von arseniger Säure wirkt, wie Koch[1] nachgewiesen hat, in 10 Tagen tödtend auf Milzbrandsporen. In einer Verdünnung von 1 : 100000 wirkt arsenigsaures Kali noch wachsthumhemmend auf die Bacillenentwickelung. Ein weiterer Umstand, der für die Verwendung der arsenigen Säure oder deren Salze sprechen würde, ist, dass dieselben sehr billig zu beschaffen sind.

Als Nachtheile bei der Verwendung sind folgende hervorzuheben:

1. Die grosse Giftigkeit, die es verhindert, dass das damit imprägnirte Holz nach dem Ausrangiren zu Brennzwecken verwendet werden kann.
2. Die geringe Löslichkeit und das schwache Osmose-Vermögen der arsenigen Säure.

[1] Mittheilungen des Reichsgesundheitsamts.

Letzterer Nachtheil könnte nach unserer Ansicht nur dadurch beseitigt werden, dass man an Stelle der arsenigen Säure arsenigsaures Kali oder Natron verwendet. Die Alkalisalze der arsenigen Säure sind in Wasser leicht löslich und diffundiren ziemlich rasch.

Bleisalze.

Ebenso wie Zinksalze sind Bleisalze zum Conserviren des Holzes mehrfach in Vorschlag gebracht worden. Ueber eine Anwendung im Grossen ist uns nichts bekannt geworden. Besondere Vortheile gewähren diese nach unserer Ansicht keinesfalls

Nach einem französischen Patente[1] wollen Royet, Torel, Dupré mit Bleisalzen und dann mit einer Flüssigkeit, die in dem Holze einen unlöslichen Niederschlag bildet (wahrscheinlich Seifen- oder Wasserglaslösung) imprägniren.

Die Versteinerung des Holzes.

Unter eigenthümlichen, noch nicht näher gekannten Bedingungen erleidet das Holz eine Veränderung, welche mit dem Namen Versteinerung bezeichnet wird. Die Holzfasern sind von mineralischen Substanzen oft sehr verschiedener Art umgeben, und die Intercellularräume des Holzes mit diesen mineralischen Stoffen ausgefüllt. Versteinertes Holz findet sich schon in der devonischen Schicht und reicht bis in die jüngsten Bildungen. Besonders reich an fossilem oder versteinertem Holze ist die Steinkohlenperiode. Die darin vorkommenden Reste fossiler Pflanzen gehören zu den kryptogamischen Gefässpflanzen, Coniferen und Cycadeen.

Im Zechstein kommen hauptsächlich Coniferen vor, ebenso gehören die Mehrzahl der Kieselhölzer in der Trias zu den Coniferen.

Die mineralischen Substanzen, die als Versteinerungsmaterial gedient haben, sind: Kieselsäure, kohlensaurer Kalk (Aragonit), kohlensaures Eisenoxydul (Spatheisenstein), Brauneisenstein, seltener Flussspath. Am häufigsten und wohlerhaltensten sind die Kieselhölzer, deren Bildung wohl so zu erklären ist, dass Lösungen von Kieselsäure vielleicht unter sehr starkem Druck in das Holz eingepresst wurden, und durch Ausscheidung von Kieselsäure allmählich die Intercellularräume des Holzes ausfüllten. Die versteinerten Hölzer zeigen oft mit grosser Treue die feinsten Gefässe und Jahresringe der Pflanzen.

---

[1] Bulletin de la Soc. chim. XXV. 1876. No. 4. S. 187. Wagner's Jahresbericht. 1876.

Da das in der Natur vorkommende fossile Holz eine gleiche Dauerhaftigkeit wie Gestein zeigt, so hat man die Versteinerung des Holzes künstlich nachzuahmen versucht. Ehe wir zur Beschreibung der hierzu in Vorschlag gebrachten Methoden übergehen, wollen wir eine in der letzten Zeit beobachtete Thatsache erwähnen, welche einiges Licht über die Entstehung des versteinerten Holzes verbreitet.

Im Jahre 1873[1] wurde bei der Neufundirung eines Dampfhammers im Raffineriewerke Prouli zu Lignit umgewandeltes Holz vorgefunden. Der Dampfhammer war 20 Jahre vorher gebaut worden. Der aus Eichenholz bestehende Ambosstock war über der ganzen Fläche in völlig schwarzen, an der Bruchfläche glänzenden Lignit umgewandelt.

Die Jahresringe des Holzes zeigten sich mannigfaltig gefaltet und zusammengepresst.

Die Fundamentgrube, in welcher der Ambosstock stand, war stets feucht und hatte eine Temperatur von 40° C. Wir haben daher zwei Factoren vor uns, welche bei der Umwandlung des Holzes in Lignit mitgewirkt haben, nämlich starker Druck und Wärme.

Vermuthlich von der Ansicht ausgehend, dass die versteinerten Hölzer durch Infiltration von gelöstem kohlensauren Kalk entstanden seien, machte Stuart Monteith den Vorschlag, das Holz in einer Lösung von kohlensaurem Kalk zu tränken und durch den Niederschlag desselben zu versteinern. Bei der praktischen Prüfung dieses Vorschlags ergab sich, was man mit grosser Wahrscheinlichkeit hätte voraussehen können, dass man auf diese Weise nur eine ganz oberflächliche Ablagerung von kohlensaurem Kalk auf die Holzfaser erhält; dass dagegen der kohlensaure Kalk keineswegs tiefer in das Innere des Holzes eindringt.

Um eine möglichst vollständige Durchdringung der Holzmasse zu erreichen, suchte man durch Wechselzersetzung von löslichen Salzen unlösliche Verbindungen in dem Holze selbst zu erzeugen. Wir haben bei der Beschreibung der Holzconservirung, welche auf Abschluss des Wassers und Erzeugung von unlöslichen Verbindungen in den Poren des Holzes beruhen, mehrere Verfahren beschrieben, welche hier ebenfalls aufgeführt werden müssten. Wir verweisen auf das dort Gesagte.

---

[1] Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1883. No. 12. S. 192. Im Auszug Naturforscher. 1883. S. 480.

Bei den früher mitgetheilten Verfahren sollte abwechselnd das Holz durch Einlegen in verschiedene Salzlösungen versteinert oder auch metallisirt werden. Payne presste die verschiedenen, sich wechselseitig zersetzenden Salzlösungen nacheinander unter Hochdruck in das Holz ein, um auf diese Weise eine möglichst vollständige Durchdringung zu erreichen. Er imprägnirte das Holz beispielweise zuerst mit Eisenvitriol unter Hochdruck, hierauf wurde in gleicher Weise eine Lösung von Schwefelbarium eingepresst. Es bildete sich unlöslicher schwefelsaurer Baryt und unlösliches Schwefeleisen. Für gleichen Zweck wurde von Payne Wasserglas und Kalkmilch successive angewandt. In letzterem Falle sollten sich unlösliche Silicate in dem Holze bilden; das Holz sollte gleichsam künstlich versteinert werden.

So einfach Payne's Verfahren auf den ersten Augenblick erscheint, so stellen sich der praktischen Ausführung kaum zu überwindende Schwierigkeiten entgegen. Schon die erste Durchtränkung mit einem löslichen Salze gelingt, wie wir früher näher ausführten, bei manchen Holzarten nur sehr unvollständig, noch viel mehr bei der zweiten Imprägnirung bei gleichzeitiger Erzeugung eines unlöslichen Niederschlags. Hier wird der entstehende Niederschlag das tiefere Eindringen der zweiten Imprägnirungsflüssigkeit vollständig verhindern, da er die Poren verstopft. Es stellt sich dieselbe Schwierigkeit ein, welche man beobachtet, wenn man Holz mit Flüssigkeit imprägniren will, welches Körper gelöst enthält, welche mit der Holzfaser unlösliche Verbindungen eingehen, in diesem Falle wird selbst bei Anwendung von hohem Druck nur eine oberflächliche Imprägnirung erreicht.

Schwer zu überwindende Uebelstände bei diesem Verfahren sind weiter noch folgende:

Eine vollständige Umhüllung selbst der äusseren Holzfasern kann kaum auf diese Weise erreicht werden. Nach der Entfernung des Wassers aus dem imprägnirten Holze, bleiben die Intercellularräume nur theilweise mit unlöslichen Niederschlägen gefüllt. Bei der wechselseitigen Zersetzung in unlöslichen Verbindungen verlieren die Imprägnirungsflüssigkeiten ihre antiseptischen Eigenschaften und wirken nur noch insofern conservirend, als die entstehenden Niederschläge einen mechanischen Schutz für die Holzfaser gewähren.

Payne's Verfahren, die Behandlung des Holzes zuerst mit Eisenvitriol oder auch Eisenchlorid, hierauf mit Schwefel oder Chlorbarium wurde in Deutschland von der Aachen-Düsseldorfer und der Köln-Mindener Bahn-Verwaltung bei der französischen Nordbahn auf der Strecke Creil-Compiégne im Grossen versucht, doch war der

Erfolg, namentlich bei Buchen- und Kiefernschwellen, ein so ungünstiger, dass das Verfahren nicht ferner angewandt worden ist. Die Kosten der Imprägnirung betrugen pro Schwelle 0,80—1 Mark.

Ebenso ungünstige Resultate, wie diese Methode, hat die Imprägnirung mit Wasserglas und entweder Erzeugung von unlöslichen Silicaten oder die Abscheidung von Kieselsäure durch Schwefelsäure oder Salzsäure im Holze ergeben. Zu gleichem Zweck mit ebenso ungünstigem Erfolg ist das Imprägniren in einer kochenden Lösung von Alaun und hierauf in einer Pottaschelösung, um Thonerde in den Hohlräumen abzuscheiden, versucht worden.

Wir unterlassen es, noch weitere Vorschläge dieser Art hier zu besprechen, da wir später eine chronologische Uebersicht über Holzconservirungsmethoden geben, in welchen noch andere Methoden erwähnt werden.

Ein viel günstigeres Resultat als die Erzeugung von unlöslichen metallischen Niederschlägen wird die Darstellung von unlöslichen Seifen im Holze bewirken. Die letzteren besitzen den metallischen Niederschlägen gegenüber den Vorzug, dass sie das Eindringen des Wassers und die Benetzung mehr oder weniger aufheben.

Schon von De Saint[1] wurde 1845 die Erzeugung einer Zinkseife durch Imprägniren nacheinander in einer Lösung von Zinkvitriol und schwacher Seifenlösung für die Conservirung vorgeschlagen. In neuerer Zeit liessen P. A. Sunval und P. Jacques[2] die Bildung einer Kalkseife in Holz patentiren. Mit den bis jetzt üblichen Mitteln wollen dieselben eine Seifenlösung so in das Holz einpressen, dass die Fasern des Holzes durch Seife umhüllt werden. An der Luft oder mit Hilfe einer Trockenkammer soll aus dem Holze dann die Hälfte des Wassers verdunstet und durch eine Lösung eines Kalksalzes oder durch ein Salz oder eine Säure, welche die in dem Holze enthaltene Seife zersetzen und daraus entweder unlösliche Seife oder freie Fettsäure (Stearin-Palmutinsäure) abscheiden, ersetzt werden.

Ueber eine Anwendung dieses Verfahrens im Grossen und die Resultate, die damit erzielt worden sind, liegen uns noch keine Mittheilungen vor, doch glauben wir, dass kaum eine hinreichende Imprägnirung nach diesem Verfahren erzielt werden wird.

---

[1] Polytechn. Centralblatt. 1875. S. 20.
[2] Deutsche Industrie-Zeitung. 1879. S. 299.

Wir wollen hier noch einige Versuche mittheilen, deren Resultate zwar nicht zu strengen Schlussfolgerungen berechtigen, da die Versuche im Kleinen angestellt wurden, aber immerhin interessant genug sind, um hier aufgeführt zu werden, da sie über die Wirkungsweise mehrerer oben erwähnter Chemikalien einigen Aufschluss geben.

A. Müller[1] imprägnirte 12 Probehölzer mit folgenden Substanzen:

1. Theer;
2. Mischung von leichten und schweren Theerölen mit 3 bis 4 Proc. Creosot (Gallotin);
3. Chlorcalcium;
4. Chlorbarium;
5. Natriumdiborat, darauf Chlorcalcium (von A. Müller);
6. Natriumphosphat (7proc. Lösung) und nach dem Trocknen Behandlung mit Chlorbarium (13proc. Lösung), in erstere Lösung wurde das Holz 5, in letztere 7 Tage eingelegt (A. Müller);
7. Eisenvitriol und dann Wasserglas (Buchner);
8. Natronseife und Kupfervitriol (nach R. Wagner);
9. Seife und Chloraluminium (nach Jarry);
10. Chlorzink;
11. Kupfervitriol;
12. Quecksilberchlorid.

Nach dem vollständigen Abtrocknen wurden die 12 Probehölzer nebst einem unpräparirten Stücke in lockere, stets feuchte, nahe an einer Düngergrube befindliche Erde vergraben; ausserdem wurde ein nicht präparirtes Muster zurückbehalten und sorgfältig aufbewahrt. Nach Verlauf eines Jahres zeigten sich folgende Resultate: No. 2, 7, 9, 10, 11 und 12 waren noch ordentlich erhalten, während No. 1 und 5 schon bedeutende Schimmelbildung zeigten. Die übrigen und hauptsächlich No. 4 konnten als wenig besser als das in voller Verwesung befindliche nicht imprägnirte Stück gelten.

Von besonderem Interesse ist noch, dass sich No. 6 gut erhalten zeigte, dies scheint auf der Bildung und Abscheidung von phosphorsaurem Baryt und Kochsalz zu beruhen. Der phosphorsaure Baryt wird in diesem Falle mineralisirend wirken, während dem Chlornatrium durch Veränderung der Proteïnstoffe des Holzsaftes ein grosser Theil der erhaltenen Wirkung zuzuschreiben sein wird.

---

[1] Dingler's polyt. Journ. Bd. 202. S. 390, nach dem Chem. Centralblatt. 1871. No. 37.

Verschiedene Conservirungsmethoden.

In diesem Abschnitte wollen wir noch einige Verfahren besprechen, welche sich nicht gut in eine der verschiedenen Klassen der Holzconservirungsmethoden unterbringen lassen.

Frank'sches Verfahren.

J. D. Frank[1] behandelt das Holz zunächst mit Wasserdampf unter 1—2 Atmosphären Druck, um die in dem Holze enthaltenen löslichen Substanzen daraus zu entfernen. Hierauf behandelt er das Holz mit einem Gemisch von 5 Theilen Kalkmilch, 1 Theil Urin abwechselnd unter Druck und Luftverdünnung, bis eine vollständige Durchdringung stattgefunden hat. Nach erfolgter Imprägnirung soll das Holz an der Luft oder unter Anwendung von künstlicher Wärme getrocknet werden.

Nach einer Mittheilung[2] soll das nach dem Frank'schen Verfahren behandelte Holz widerstandsfähig gegen Schwamm, Fäulniss und Wurmfrass sein, ebenso soll das Schwinden des Holzes beinahe aufgehoben sein.

Die Farbe des Holzes soll bei aufmerksamer Leitung der Imprägnirung so schön ausfallen, dass ein späteres Anstreichen des Holzes unnöthig erscheint.

Die Hölzer sollen grün verwendet werden können und doch die Eigenschaft von abgelagertem Holze besitzen.

Die Kosten sollen für gewöhnliche Diele per Quadratmeter 70 Pf. betragen.

Das wichtigste Agens bei dem Frank'schen Verfahren ist nach unserer Ansicht der schon früher (s. S. 160) zum gleichen Zweck in Vorschlag gebrachte Kalk. Den im Urin vorkommenden Stoffen kann keine conservirend wirkende Eigenschaft zugesprochen werden. Wir vermuthen, dass der Urin nur zugesetzt wird, um bestimmte Färbungen des Holzes hervorzurufen. Nach obigen Angaben sind die Kosten des Verfahrens im Vergleich mit anderen Conservirungsverfahren sehr hoch.

Plastischmachen des Holzes.

Wir wollen hier einige Behandlungsweisen des Holzes besprechen, welche zu den eigentlichen Conservirungsmethoden des Holzes nicht

---

[1] D. R.-P. 8166.

[2] Wochenschrift d. V. d. Ing. S. 168. Jahrg. 1881.

gerechnet werden können. Bei der Behandlung mit Salzsäure findet eine merkwürdige, bis jetzt noch nicht völlig aufgeklärte Veränderung statt. Es verliert seine Elasticität und lässt sich unter starkem Druck auf einen kleinen Bruchtheil seines ursprünglichen Volumens zusammenpressen. Das mit Salzsäure in geeigneter Weise behandelte und nachher gepresste Holz lässt sich in jede beliebige Form bringen, verliert beinahe gänzlich seine Structur und nimmt die Eigenschaft an, nach allen Richtungen hin sich leicht zu spalten. Die Behandlung mit Salzsäure geschieht nach Gottgetreu[1] in folgender Weise.

Die rohen und unbehauenen Stämme werden an der einen Hirnfläche, beinahe wie bei dem Boucherie'schen Verfahren, mittelst einer Platte, welche gegen einen plastischen Ring angedrückt wird, mit einem Röhrensystem luftdicht in Verbindung gesetzt. Unter einem Druck von 1—2 Atmosphären wird mit einer Compressionspumpe (zweckmässig aus Hartgummi hergestellt) Salzsäure eingepresst. Während des Einpressens muss auf eine zweckmässige Art erwärmt werden.

Die Dauer der Impragnirung, die Concentration der Salzsäure richtet sich nach dem Alter und der Art des Holzes, sowie nach den plastischen Eigenschaften, welche man dem Holze geben will. Hat eine ausreichende Imprägnirung mit Salzsäure stattgefunden, so wird die Säure durch Wasser, welches unter Druck eingepresst und mehrmals erneuert wird, ausgewaschen.

Die Behandlung mit Säure soll gewöhnlich 8—10 Tage fordern, das Auswaschen in 3—4 Tagen vollendet sein.

Nach dem Auswaschen soll das Holz in jede beliebige Form gepresst und von Farbstofflösungen leicht durchdrungen werden können.

Ein Gegenstand von grosser Wichtigkeit ist, dass das Holzeinpressen eine grössere Dichtigkeit annimmt. Leichte, poröse Hölzer lassen sich demnach in dichte, schwere Hölzer überführen.

Ueber den chemischen Vorgang bei diesem Verfahren sind wir noch nicht aufgeklärt. Nach unserer Ansicht wird die Säurewirkung so aufzufassen sein, dass durch dieselbe eine Hydratation oder Anlagerung von Wasser an das Lignin (vielleicht auch Cellulose) bewirkt wird und dass mit dieser Anlagerung von Wasser das Lignin resp. die Holzfaser ihre Elasticität verliert und plastische Eigenschaften annimmt.

Eine andere Methode, das Holz plastisch zu machen, besteht

---

[1] Gottgetreu, Phys. und chem. Beschaffenh. der Baumaterialien. S. 340.

darin, verdünnte Natronlauge auf das Holz einwirken zu lassen. So soll nach einer Angabe[1] durch 24stündige Einwirkung von verdünnter Natronlauge in der Wärme auf die Holzfasern eine so weiche und fügsame Substanz erhalten werden können, dass dieselbe, mit einer Lösung von 30 Gewichtsprocenten Leim, einer Abkochung von Eichenrinde und 5 Gewichtsprocenten Wasserglaslösung (15° B.) gemischt, eine ausgezeichnete plastische Masse bildet, die beliebige Formen annimmt.

Behandlung von Holz mit ozonisirtem Sauerstoffe; von Karl Alfred René[2], Pianofortefabrikant in Stettin.

Ebensowenig wie das Plastischmachen des Holzes als eine eigentliche Conservirungsmethode zu betrachten ist. ist diese Behandlungsweise des Holzes zu diesen zu rechnen, doch wollen wir dieselbe hier beschreiben, weil sie bei Holz, welches für gewisse Zwecke dient, die Conservirung ersetzen soll.

Der Zweck der Erfindung soll darin bestehen, durch Einwirkung des mässig erhitzten und mittels Durchleitung elektrischer Funken ozonisirten Sauerstoffes den zum Klavierbau zu verwendenden Hölzern ihren Gehalt an Harz und Fetttheilen zu entziehen, hauptsächlich denselben zu zersetzen und das Holz derart zu präpariren, dass es befähigter ist, die Schwingungen der Saiten aufzunehmen und dadurch eine erhebliche volltönendere Resonanz hervorzubringen, ferner dadurch dem Holze die Eigenschaften des Alters zu verleihen. Durch dieses Verfahren feuchtes bez. junges, nicht abgelagertes Holz, welches bisher nicht zur Anfertigung von Klavier-Resonanzböden angewendet werden konnte, so präparirt werden können, dass es dem jahrelang gelagerten und gepflegten Holze nicht nur gleichkommt, sondern dasselbe bei Weitem übertrifft.

Als eine feststehende bekannte Thatsache soll es gelten, dass Holz, welches lange Zeit dem Einflusse des Sauerstoffes ausgesetzt war, zum Bau von musikalischen Instrumenten angewandt werden kann. Je länger das Holz dem in der Atmosphäre enthaltenen Sauerstoffe ausgesetzt gewesen sein soll, desto besser soll es für die Herstellung von Resonanzböden zu verwenden sein.

Nach René soll der Sauerstoff, namentlich der ozonisirte Sauerstoff, die Harz- und Fetttheile des Holzes vollständig zersetzen und

---

[1] Forstl. Berichte. Neue Folge. XVI. S. 227. Im Auszug Dr. Ad. Mayer, Chemische Technologie des Holzes. S. 178.

[2] Dingl. Journ. Bd. 240. S. 444.

dadurch die Holzfaser fähiger machen, voller mit zu tönen. Den nur langsam beim Lagern vor sich gehenden Oxydationsprocess will René dadurch abkürzen, dass er aus chlorsaurem Kali hergestellten Sauerstoff im erhitzten und im ozonisirten Zustande auf das Holz einwirken lässt.

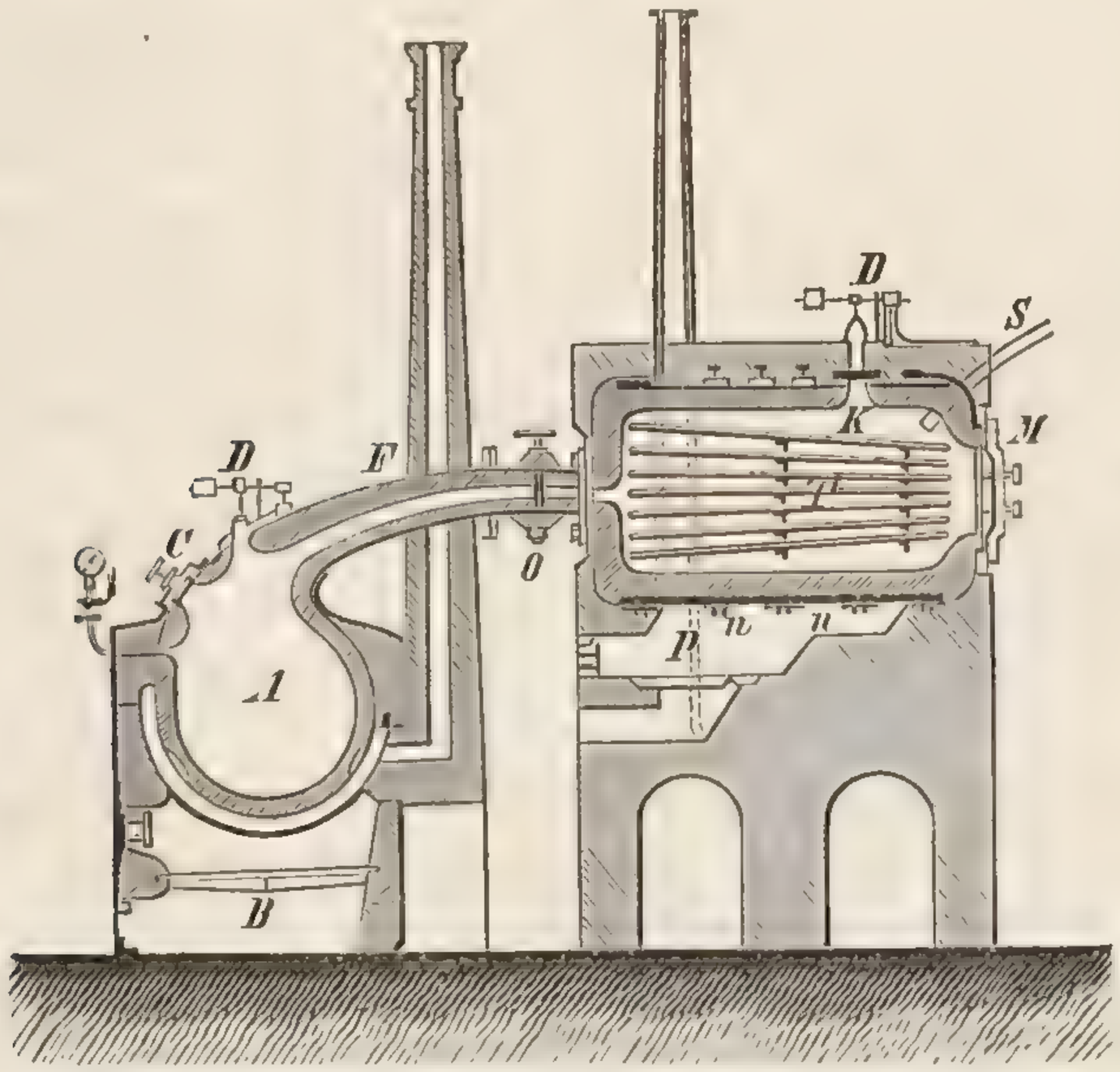
Um nun Holz in der angedeuteten Weise zu präpariren, ist also zunächst ein hermetisch zu verschliessender Raum erforderlich, in welchem das dem Processe zu unterwerfende Holz hineingeschafft und so aufgelagert wird, dass der einzuleitende Sauerstoff die Oberflächen desselben überall bestreichen und dadurch seine Wirkung möglichst erweitern kann. In diesen Raum wird sodann der Sauerstoff — nach Entfernung der in demselben befindlichen atmosphärischen Luft mittels einer Luftpumpe — eingeleitet und nach luftdichter Schliessung des Raumes der Sauerstoff vermöge eines elektrischen Stromes und durch das Ueberspringen von elektrischen Funken in Ozon verwandelt; dieser Process geht unter mässiger Erhitzung des Raumes von statten und soll nach etwa 12—24 Stunden oder auch noch länger, je nach seiner Beschaffenheit, beendet sein.

Dem Processe des Ozonisirens geht indessen zum Zwecke der Entfernung der Feuchtigkeitsbestandtheile und des Heraustretens des Harzes aus dem Holze eine etwa 12 Stunden währende starke Erhitzung in demselben Raume vorher; der heissen Luft wird indessen nach Trocknung des Holzes freier Abzug durch Oeffnung des Sicherheits-Ventiles gestattet; ist das Holz einige Stunden wieder der gewöhnlichen Atmosphäre ausgesetzt, dann wird der Raum abermals dicht verschlossen, durch eine darunter befindliche Feuerungsanlage leicht angewärmt und durch Auspumpen der atmosphärischen Luft bis zu einem Vacuum entleert. Dieser luftleer gemachte Raum wird durch Zuleitung von Sauerstoff dann vollständig angefüllt, der eingeschlossene Sauerstoff aber durch Durchleitung eines starken elektrischen Stromes zu Ozon umgewandelt.

Der ganze Apparat setzt sich daher, wie aus der Skizze ersichtlich, aus zwei Haupttheilen zusammen, aus einer Retorte A zur Herstellung des Sauerstoffes und einem hermetisch zu verschliessenden Raume K zur Aufnahme des zu präparirenden Holzes und zur Herstellung des Ozons. Als Retorte dient ein eiserner, kesselartiger Behälter, welcher mit den nöthigen Sicherheits-Ventilen, von denen jedoch nur eines bei D sichtbar ist, einem Manometer E zur Angabe der Spannung und einer dicht zu verschliessenden Einschüttöffnung C versehen und über einer Feuerung B gleich einem Dampfkessel zur Hälfte im Mauerwerk eingemauert ist; unter der Retorte ist ein

Stahlsieb angebracht, um das directe Anschlagen der Flamme zu verhindern. Der ganze Behälter ist innen mit einer Chamottelage gegen die Einwirkungen des sich entwickelnden Sauerstoffes geschützt, und endigt die Retorte in einem Halse beziehungsweise Ausflussrohre F, welches durch ein Absperrventil O luftdicht zu verschliessen ist. Dieser Hals führt in den zweiten Haupttheil des Apparates, einen kofferkesselförmig construirten Eisenkessel K. Derselbe ist ähnlich wie die Retorte eingerichtet, hat ebenfalls ein Sicherheits-Ventil D, ist auch zum Theil über einer Feuerung P eingemauert. Innen ist der

Fig. 54.



Kessel K wie die Retorte aus dem oben bereits angeführten Grunde ebenfalls mit Chamottemasse ausgesetzt, und sind quer zu seiner Längsachse in verschiedener Höhe ganz schwache Winkeleisen eingefügt, welche als Unterlagen zur Aufnahme der Holzplatten T dienen sollen und in einer Ordnung eingelassen sind, dass die etagenförmig übereinander eingeschobenen Holzplatten strahlenförmig nach der der Retorte A zugewendeten Wand auseinandergehen; auf der entgegengesetzten Seite ist indessen eine grössere Oeffnung M angebracht, welche zur Einführung des zu präparirenden Materials dienen soll und ebenfalls luftdicht verschliessbar ist. Um den Kessel K jedoch nicht zu viel zu schwächen, ist die Oeffnung M nicht auf die ganze Endfläche ausgedehnt und desshalb die Lagerung der Platten T

strahlenförmig angeordnet; ausserdem sind die Seitenwände des Kessels durch drei Ringe n aus doppeltem Winkeleisen umspannt.

Zum Zweck der Ozonisirung des Sauerstoffes sind nun die beiden Leitungsdrähte S einer starken galvanischen Batterie oder eines Inductions-Apparates in Isolatoren — in diesem Falle in Glasröhren — eingeschmolzen, durch die Umfassungsmauer, die eigentliche Kesselwand und die Chamottelage in den inneren Raum K eingeführt und endigen dieselben in Platinspitzen, welche sich gegenübergestellt sind und zur Ozonisirung des Sauerstoffes die elektrischen Funken während der Dauer des Processes überspringen lassen.

Uns scheint bei dem vorstehenden Verfahren nicht recht verständlich, wie die erzeugte Menge Ozon so tiefgreifende Veränderungen, wie die Oxydation der Harz- und Fetttheile des Holzes bewirken soll. Eine vollständige Verbrennung dieser Bestandtheile zu Kohlensäure und Wasser kann unmöglich erreicht werden. Bei einer theilweisen Oxydation der Harz- und Fettbestandtheile kann keine Entfernung derselben bewirkt werden. Wir glauben eher, wenn eine Wirkung vorhanden ist, dass dieselbe auf einer Oxydation des Lignins zu Cellulose beruht.

Die Herstellung des Sauerstoffes aus chlorsaurem Kali scheint uns überflüssig, weil der Sauerstoff der Luft sich ebenso leicht ozonisiren lässt.

Verwendung von theerartigen Producten zum Imprägniren des Holzes.

Die theerartigen Producte wurden schon vor langer Zeit zur Conservirung des Holzes empfohlen und auch angewandt. So empfahl Hales 1756, kleine Löcher an verschiedenen Stellen des Holzes zu bohren, um das Eindringen der Imprägnirungsflüssigkeit zu erleichtern, und das so durchbohrte Holz in siedende Lösung von Holzessig und Theeröl einige Zeit einzutauchen. Seit Hales sind die theerartigen Producte der trockenen Destillation noch oft für die Conservirung des Holzes entweder zum Imprägniren oder Anstreichen von den verschiedensten Seiten in Vorschlag gebracht worden.

Die conservirenden Eigenschaften des Rauches auf alle organischen Körper waren schon den Alten bekannt, später erkannte man, dass diese conservirenden Eigenschaften auf den Gehalt des Rauches von bestimmten organischen Verbindungen, wie z. B. Creosot, Phenol etc., die sehr stark antiseptische Eigenschaften besitzen, zurückzuführen seien. Da diese Körper, Phenol. Creosot etc., nicht allein bei der Ver-

brennung bestimmter Körper, wie Buchenholz etc., sondern vornehmlich in flüssigen Producten der trockenen Destillation des Holzes, der Kohle etc. auftreten, so suchte man die flüssigen Producte der trockenen Destillation von organischen Körpern, welche man mit dem allgemeinen Namen Theer bezeichnet, ebenfalls zur Conservirung zu verwenden. In ihrer chemischen Zusammensetzung weichen die von verschiedenen organischen Körpern bei verschiedenen Temperaturen gewonnenen Theerproducte sehr voneinander ab.

Man unterscheidet daher hauptsächlich folgende Theerarten:

Holztheer.
Torftheer.
Braunkohlentheer.
Steinkohlentheer.
Mineralischer Theer.

Welcher Abstammung auch die verschiedenen Theerarten immer sind, so bilden sie ein Gemenge einer grösseren Anzahl von Körpern, von denen einzelne regelmässig in einer bestimmten Theersorte auftreten und der betreffenden Theerart dadurch ein charakteristisches Gepräge geben.

Ehe wir zur Beschreibung der Verwendung des Theers zur Conservirung des Holzes übergehen, wollen wir die verschiedenen Theerarten kurz besprechen. Wir werden dann besser beurtheilen können, welche Theersorte sich für die Holzconservirung am besten eignet und welches die besonders wirksamen Stoffe sind.

Der Holztheer.

Der durch trockene Destillation aus den verschiedenen Holzarten gewonnene Theer zeigt verschiedene Eigenschaften je nach der Verschiedenheit seines Ursprunges und der Art und Weise seiner Gewinnung. Aus Nadelhölzern gewonnen ist er syrupartig, dunkelbraun, klebrig, von eigenthümlich empyreumatischem Geruch. Dagegen ist der Theer aus Laubhölzern nicht klebrig, mehr fettartig, von brenzlichem, nicht harzartigem Geruch und dunkelbraun. Neben der Abstammung ist die Art der Gewinnung auf die Zusammensetzung des Holztheers von Einfluss; so ist der bei der Holzgasfabrikation gewonnene Theer wesentlich von dem bei der Retorten- oder Meilerkohlung erhaltenen verschieden.

Alle Holztheerarten stimmen darin überein, dass sie aus flüssigen und festen Kohlenwasserstoffverbindungen, dann aus einer Reihe von verschiedenen der aromatischen Gruppe angehörigen Alkoholen ätherartiger und anderer Verbindungen bestehen.

Als Bestandtheile des Holztheers sind bis jetzt mit Sicherheit nachgewiesen Toluol, Xylol, Cumol, Naphthalin, Chrysen, Reten, Pyren, Terenben und Paraffin, Alkohole der Phenolreihe: Phenol, Creosol, Phorol, Verbindungen der Guajacolreihe: Guajacol, Creosol, Brenzcatechin.

Ausser diesen Körpern kommen, nach A. W. Hofmann's Untersuchungen, noch eine Reihe dreisäuriger Phenol-Derivate im Holztheer vor.

Das sogenannte Creosot des Holztheers besteht vorzugsweise aus Guajacol und Creosol und enthält nur geringe Mengen Phenol und Cresol. Der mit dem Namen Creosot bezeichneten Körpergruppe kommen hauptsächlich die antiseptischen Eigenschaften des Holzes zu. Wird der Holztheer einer Destillation unterworfen, so kann man das Destillat leicht in zwei Theile trennen: 1. in leichtes Theeröl (welches wesentlich aus Benzol, Toluol, Eupion und anderen noch nicht näher gekannten Körpern besteht); 2. in schweres Theeröl, das neben anderen Körpern hauptsächlich das Creosot enthält.

Als Rückstand verbleibt das Pech.

Von allen Theerarten ist der Holztheer der theuerste, aber für die Holzimprägnirung gleichzeitig der beste.

Das spec. Gewicht des Holztheers schwankt zwischen 1,075 und 1,180.

Torftheer.

Er entsteht bei der trockenen Destillation des Torfes. Je nachdem nasser oder trockener Torf destillirt wurde, ist die Zusammensetzung sehr verschieden. Als nähere Bestandtheile enthält er Kohlenwasserstoff in Form von leichtem und schwerem Oel. Ausser dem Turfol (nach Vohl ein flüchtiger Kohlenwasserstoff), Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure, Carbolsäure, Ammoniak, Picolin etc. kommen von festen Kohlenwasserstoffen hauptsächlich Paraffin darin vor.

Das specifische Gewicht ist wesentlich geringer als dasjenige des Holztheers; es schwankt zwischen 0,896 bis 0,965.

Für die Holzconservirung wird der Torftheer unseres Wissens sehr wenig oder gar nicht verwandt.

Braunkohlentheer.

Der durch trockene Destillation gewonnene Braunkohlentheer ist bald dunkler, bald heller; sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 0,88 und 1,1. Er ist bei gewöhnlicher Temperatur sehr dickflüssig, von butterartiger Consistenz und enthält leicht flüchtige,

dünnflüssige, sowie schwer flüchtige, dicke Oele. Der aus bituminösem Schiefer gewonnene Theer hat eine ähnliche Zusammensetzung und zeigt gleiches Verhalten. Die näheren Bestandtheile des Braunkohlentheers sind noch nicht bekannt. Durch Destillation werden daraus flüchtige Brennöle (Photogen und Solaröl), besonders aber Paraffin, gewonnen. Bei der Rectification des Theers wurde von Vohl[1] ein dünnflüssiges, zwischen 100—120 übergehendes und ein bei 240° übergehendes, dickflüssiges Oel erhalten, bei 300° wird paraffinhaltiges Oel gewonnen. Aus dem unter 300° destillirten Oele wurde von Vohl Carbolsäure abgeschieden. Der Braunkohlentheer wird häufig zur Imprägnirung des Holzes verwendet.

Steinkohlentheer.

Von allen Theerarten wird der Steinkohlentheer am meisten dargestellt und ist gleichzeitig der billigste. Als Nebenproduct wird derselbe gewonnen bei der Gasfabrikation, der Coaksgewinnung und in neuerer Zeit bei dem Hochofenbetriebe.

Der Theer bildet eine dicke, ölartige Flüssigkeit von durchdringendem, empyreumatischem Geruch. Das specifische Gewicht schwankt zwischen 1,150 bis 1,220.

Die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung giebt ein Bild der bei der fabrikmässigen Verarbeitung einiger süddeutscher Theerarten erzielten Producte.[2]

Steinkohlentheer.

10,5 Proc. leichtes Oel	0,55	Proc.	Benzol 100° Cel.	
	0,85	„	„ 130° Cel.	
	0,48	„	Benzin 130—150	für Fleckenwasser.
	1,11	„	„ 150—180	für Fleckenwasser.
	1,25	„	Putzöl 180—200 Cel.	
	0,33	„	krystallisirte Carbolsäure.	
	0,48	„	flüssige Carbolsäure mit wenig Cresylsäure.	
27 Proc. schweres Oel	3,2	„	flüssige Cresylsäure mit wenig Carbolsäure.	
	23,8	„	schweres Oel, hauptsächlich zu Imprägnirzwecken.	
57 Proc. Pech	11,9	„	Schmieröl.	
	23.4	„	Coaks.	
5,5 Procent Ammoniakwasser und Verlust.				

[1] Annal. der Chem. u. Pharm. 97, S. 8. 98, S. 181.
[2] Muspratt, Techn. Chemie. B. 6. S. 1185.

Wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich ist, wird nur das schwere Oel zum Imprägniren verwendet. Das leichte Oel, welches den werthvollsten Bestandtheil des Steinkohlentheers ausmacht, wird in der Theerfarbenindustrie, zur Herstellung von Fleckenwasser und zur Gewinnung von Carbolsäure verwendet.

Der Steinkohlentheer unterscheidet sich von dem aus Braunkohlen, bituminösem Schiefer und Torf gewonnenen Theer dadurch, dass ersterer zur aromatischen Reihe gehörige Kohlenwasserstoffe, wie Benzol, Toluol, enthält, während die letzteren Theerarten zur Sumpfgasreihe gehörigen Kohlenwasserstoff liefern.

In den schwer flüchtigen Bestandtheilen des Steinkohlentheers ist das Naphthalin und Anthracen, bei den übrigen das Paraffin vorwaltend.

Alle diejenigen Körper, welche Naphthalin und kein Paraffin geben, liefern Benzol, dagegen alle, welche Paraffin und kein Naphthalin geben, liefern Photogen.[1]

Früher wurde Theer, wie er bei der Destillation erhalten wurde, zum Conserviren des Holzes verwendet, jetzt wird nur von den verschiedenen Theerarten das schwere Theeröl zum Imprägniren verwendet. Wir wollen desshalb die wichtigsten Bestandtheile der schweren Theeröle beschreiben.

Das schwere Steinkohlentheeröl hat ein spec. Gewicht bis 1,020 und besteht aus einem in Natronhydrat löslichen Theile (Creosot) Carbolsäure und deren Homologen und aus neutralen, in Natronlauge unlöslichen Oelen, welche gewöhnlich Naphthalin und geringe Mengen von Anthracen enthalten. In vielen Fällen enthält das schwere Theeröl die Basen der Picolinreihe:

	Formel
Pyridin	$C_5 H_5 N$
Picolin	$C_6 H_7 N$
Lutidin	$C_7 H_9 N$
Collidin	$C_8 H_{11} N$
Parvolin	$C_9 H_{13} N$
Coridin etc.	

Diesen tertiären Aminbasen werden ebenfalls antiseptische Eigenschaften zuzuschreiben sein.

Creosot.

Der am meisten für die Conservirung geschätzte Körper ist der Creosot, und man bezeichnet desshalb auch das Behandeln der

[1] Einige Steinkohlenarten, wie Cannel-, Parrol-, Bogheadkohle und bituminöse Steinkohle liefern ebenfalls Paraffin, kein Naphthalin und Benzol.

Hölzer mit dem Namen Creosotiren. Im gewöhnlichen Leben nennt man Gemische von verschiedenen Körpern, die verschiedener Abstammung sind, mit dem Namen Creosot. So werden die aus Holztheer stammenden, wie aus den Steinkohlen und Braunkohlen gewonnenen Verbindungen kurzweg als Creosot bezeichnet, obgleich diese drei verschiedenen Creosotöle eine voneinander mehr oder weniger abweichende chemische Zusammensetzung zeigen.

Wissenschaftlich führt das aus dem Buchentheeröl von Reichenbach (1832) dargestellte mit der Carbolsäure lange für identisch gehaltene Gemenge diesen Namen. Das Holztheer-Creosot besteht aus Creosol $C_6 H_3 C H_3 O H O C H_3$ und Guajakol $C_6 H_4 O C H_3 O H$. Das reine Guajakol ist ein farbloser, das Licht stark brechender Körper von 1,12 spec. Gewicht, wenig löslich im Wasser, leicht löslich in Aether und Weingeist und siedet bei ungefähr 200°.

Das dem Guajakol homologe Creosol ist ebenfalls eine farblose, dem Guajakol ähnliche Flüssigkeit, schwerer als Wasser, bei 220° siedend.

Das Holztheer-Creosot enthält entweder mehr Guajakol oder Creosol. So besteht z. B. das englische Creosot vorwiegend aus Creosol, während das rheinische hauptsächlich Guajakol enthält.

Im reinen Zustande bildet das Creosot eine farblose oder schwach gelbliche Flüssigkeit, im unreinen Zustande ist es meistens roth oder dunkel gefärbt.

Es ist schwerer als Wasser, das spec. Gewicht schwankt zwischen 1,037 bis 1,087 (bei 20° Cel.). Bei — 20 wird es sehr dickflüssig, ohne zu erstarren. Es löst sich in 80 bis 100 Theilen kaltem oder 12 Theilen kochendem Wasser. 100 Theile Creosot lösen etwa 9 Theile Wasser. Es beginnt bei 200° zu sieden, zwischen 200 und 208 geht der grösste Theil über.

Von Kalilauge wird Creosot bei einem grossen Ueberschuss der ersteren gelöst, die Lösung wird an der Luft braun und dickflüssig. Von Phenol oder Carbolsäure unterscheidet es sich dadurch, dass es durch Eisenchlorid sich nicht färbt.

Der bei 220° siedende Theil des Creosots besteht nach Tiemann und Mendelsohn[1] wesentlich aus Creosot und Phorol.

Steinkohlencreosot.

Das aus dem schweren Steinkohlentheeröl gewonnene Creosot besteht, wie bereits früher erwähnt, wesentlich aus

---

[1] Handwörterbuch der Chemie. Bd. III. S. 1147.

Phenol (Carbolsäure, Phenylalkohol) $C_6 H_5 OH$,
Cresol (Cresylsäure, Cresylalkohol) $C_7 H_7 OH$.

Die Carbolsäure krystallisirt im reinen Zustande in langen, farblosen Nadeln, die bei 35° schmelzen und bei 188° sieden. Das spec. Gewicht ist 1,08 bei 0°. Im Wasser ist sie wenig löslich. Im unreinen Zustande, wie sie im Handel vorkommt, stellt sie eine braungefärbte Flüssigkeit dar. Von Kalilauge wird Carbolsäure gelöst. Ihre stark antiseptischen Eigenschaften sind bekannt; sie wirkt coagulirend auf Eiweisskörper. Auf letztere Eigenschaft werden irrthümlicher Weise nur allein die fäulnisshemmenden Wirkungen der Carbolsäure und deren Homologen zurückgeführt.

Die Carbolsäure und verwandte Körper verhindern die Entwickelung von vielen Pilzarten, welche gewöhnlich die Fäulniss des Holzes und anderer organischer Körper bewirken. Nicht alle Eiweisskörper werden von Carbolsäure gefällt. Man ist im Stande, Eiweisslösungen durch Zusatz von Carbolsäure, ohne dass eine Gerinnung eintritt, zu conserviren.

Das Cresol (Cresylsäure, Cresylalkohol) $C_6 H_4 OH CH_3$.

Das Cresol ist ein Homologes der Carbolsäure und kommt im Steinkohlentheer wie auch im Holztheer vor. Das bei 198 bis 203° siedende Cresol des Handels ist ein Gemenge verschiedener isomerer Verbindungen. In Wasser und Barytwasser ist es schwer löslich; mit Alkalien verbindet es sich wie die Carbolsäure. In vielen Eigenschaften gleicht es der Carbolsäure; wie diese hat es stark fäulnisshemmende Eigenschaften.

Bei der Darstellung des Steinkohlencreosots werden die schweren, häufig auch die leichten Theeröle mit Natronlauge behandelt. Phenol und Cresol verbinden sich mit dem Natron und werden aus der Natronverbindung durch Schwefelsäure abgeschieden. Die leichten Theeröle liefern bis 34 Procent, die schweren bis zu 50 Procent rohes Creosot.

Für die Zwecke der Holzconservirung wendet man, wie früher schon erwähnt, selten das rohe Creosot an, sondern die schweren Theeröle, in denen es enthalten ist, denn man hat gefunden, dass die in dem schweren Theeröl enthaltenen neutralen Oele, Basen der Picolinreihe und Naphthalin die Wirkung des rohen Creosots bei der Conservirung wesentlich verstärken.

Ganz dasselbe gilt für das Holztheercreosot, man verwendet dasselbe auch in Form von schwerem Theeröl. Obgleich die schwer flüchtigen Körper, wie Naphthalin, Paraffin, das Eindringen der

Imprägnirungsflüssigkeiten verhindern und ihnen wohl nur geringe antiseptische Eigenschaften zuzuschreiben sind, so ist ihre Gegenwart doch sehr erwünscht, weil man die Erfahrung gemacht hat, dass sie wesentlich zur Conservirung beitragen, namentlich wenn das Holz der Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Die Wirkung dieser Stoffe, Naphthalin, Paraffin, wird so zu erklären sein, dass das Holz durch Verstopfen der Poren wasserdicht gemacht und dadurch das Auswaschen der löslichen antiseptischen Stoffe, wie Phenol etc., verhindert wird. Eine ähnliche Wirkung, wie Paraffin und Naphthalin, üben alle jene schwer flüchtigen, ölartigen Bestandtheile des Theers aus, deren Quantität in der Imprägnirungsflüssigkeit so weit herabgemindert wird, dass sie vermöge ihrer Dickflüssigkeit die vollständige Durchdringung des Holzes nicht verhindern. Ausserdem wirken diese schweren Oele als Lösungsmittel des im Wasser schwer löslichen Creosots.

Von anderer Seite hat man zwar auch die alleinige Verwendung von Creosot empfohlen, um eine bessere Durchdringung des Holzes zu erreichen. So will Vohl[1] das Creosot so lange mit Alkalilauge versetzen, bis es ohne Abscheidung mit Wasser in jedem Verhältnisse gemischt werden kann. Sollte sich bei dem Verdünnen mit Wasser etwas mehr Oel abscheiden, so wird dieses durch Decantiren getrennt werden.

Vohl bestreicht mehrmals die zu conservirenden Hölzer mit dieser alkalischen Creosotlösung von 1,01 spec. Gewicht.

Um das Auswaschen der alkalischen Creosotverbindungen zu verhindern, behandelt er die angestrichenen Hölzer mit einer verdünnten Eisenvitriollösung. Die Schwefelsäure des Eisenvitriols soll sich mit dem Alkali verbinden und das Creosot frei machen. Das sich gleichzeitig abscheidende Eisenoxydul soll durch Sauerstoffaufnahme im Eisenoxydhydrat übergeführt werden und auf der Holzfaser haften.

Aus den schon vorher erwähnten Gründen scheint uns diese Methode nicht brauchbar. Durch Druck kann man ohne Lösung in Alkali das Creosot hinreichend in das Holz einpressen.

Durch Bestreichen des Holzes, wie Vohl vorschlägt, wird nur eine sehr unvollständige Imprägnirung erreicht werden.

---

[1] Vohl, Dingler's polyt. Journal. 117. S. 448.

Das Bethell'sche Imprägnir-Verfahren.

Wie schon Eingangs erwähnt, war die Verwendung von Theer zum Conserviren des Holzes schon öfter in Vorschlag gebracht worden, doch waren die erzielten Resultate nicht sehr günstig. Die Verwendung des rohen Theers geschah meistens in der Weise, dass die zu conservirenden Hölzer mit dem Theer bestrichen oder in den Theer gelegt wurden. Zuweilen wurde auch das Holz Theerdämpfen ausgesetzt. Bei der dickflüssigen Beschaffenheit des rohen Theers konnte durch blosses Bestreichen oder Einlegen nur eine sehr oberflächliche Imprägnirung erreicht werden. Mittelst der Theerdämpfe wurde gleichfalls eine sehr unvollkommene Imprägnirung erreicht. Die zuerst entweichenden Dämpfe bestehen aus den leicht flüchtigen Oelen, die späteren Dämpfe aus den schwer flüchtigen Oelen und letztere werden an der Oberfläche des Holzes condensirt.

Erst Bethell liess sich 1840 in England ein Verfahren patentiren, nach welchem man Holz wirksam und vollständig mit Theerproducten imprägniren kann.

Statt rohen Theers verwendet Bethell die schweren Oele und presst diese nach dem pneumatischen Verfahren ein.

Die Ausführung des Bethell'schen Verfahrens geschieht ganz in derselben Weise, wie früher bei der Ausführung der Imprägnirung nach dem pneumatischen Verfahren schon beschrieben. Die Hölzer werden, wie dort, in einen fest verschliessbaren eisernen Kessel gebracht, der Kessel mit der Luftpumpe evacuirt, das Theeröl nach Herstellung des Vacuums einströmen gelassen und schliesslich der Druck auf 7—10 Atmosphären erhöht. Da mit Wasser benetztes Holz schwerer von den Theerölen durchdrungen würde, so wird das Holz vor dem Imprägniren niemals gedämpft, meistens wird es vorher getrocknet oder gedörrt.

Grünes Holz muss, um vollständig imprägnirt zu werden, einige Zeit gedörrt werden.

Bei der Ausführung des Verfahrens ist es von Wichtigkeit, den Grad der Flüssigkeit, welche das Theeröl hat, zu berücksichtigen. Schwer flüssige, an Paraffin oder Naphthalin und schwer flüchtigen Oelen reiche Theeröle müssen vor dem Einlassen in den Imprägnirkessel erwärmt werden, um sie dünnflüssiger zu machen und ein leichteres Eindringen zu ermöglichen. Gewöhnlich erwärmt man das Theeröl auf 30—40° Cel. An manchen Plätzen werden auch die Schwellen, ehe die Imprägnirungsflüssigkeit zutritt, vorgewärmt. So werden in Gustavsburg bei Mainz die Schwellen, ehe sie in den Imprägnirkessel eingefahren werden, dem Rauch der Dampfkessel-

feuerung mit Unterstützung der Luftpumpe 2—6 Stunden lang ausgesetzt. Man soll auf diese Weise eine gute Austrocknung erreichen.

Wir wollen an dieser Stelle bemerken, dass nach unserer Ansicht die Trocknung bei niedriger Temperatur (ca. 30—35°) in luftverdünntem Raume die zweckmässigste und beste Methode für die Austrocknung ist, weil dabei so viel wie möglich das Entstehen von Trockenrissen vermieden wird. Durch die Erwärmung der Schwellen vor der Imprägnirung wird verhütet, dass das in den Imprägnirkessel eintretende Oel durch Abkühlung dickflüssiger wird und dadurch schwerer eindringt.

Für die Erwärmung des Oels in dem Reservoir und Kessel bedient man sich der Dampfheizung. In beiden Gefässen befinden sich entsprechend lange Dampfschlangen, durch welche Dampf streichen und so das Oel, ohne mit Dampf in Berührung zu kommen, erhitzen kann. Je dickflüssiger das Oel ist, desto höher muss mit der Temperatur gegangen werden. Meistens genügt eine Erwärmung zwischen 35—70° Cel.

Nach dem Evacuiren wird der Imprägnirkessel unter Druck gesetzt; gewöhnlich bedient man sich bei Imprägnirung von Theeröl eines höheren Druckes als bei dem Einpressen von wässerigen Lösungen. In Deutschland geht man meistens bis 8 Atmosphären, in England bis auf 10 Atmosphären. Bei der Imprägnirung von Eisenbahnschwellen wird der Druck 2—4 Stunden[1] im Präparirkessel erhalten, dagegen bei langen Bauhölzern für Wasser- oder den Schiffbau wird in England der Druck in dem Kessel bis zu 20 Stunden erhalten.

Bezüglich der Aufnahme von Creosotöl in Kilogrammen giebt folgende von Baumeister[2] zusammengestellte Tabelle Näheres:

		Köln-Minden	Oberschlesische Bahn	Preuss. Ost-Bahn	Saarbr. und Rhein-Nahe-Bahn	Hess. Ludwigs-Bahn	Englische Bahnen
Eichen-Holz	Inhalt einer Schwelle	$3^1/_2$ c′	3 c′	3 c′	—	—	—
	Aufnahme pr. Schwelle	5, 1-10, 9	10Kg.	6 Kg.	5 Kg.	—	—
	„ „ Cubm.	47—100	108 „	65 „	—	40Kg.	—
Kiefern-Holz	Inhalt einer Schwelle	4 c′	3 c′	3 c′	—	—	4 c′
	Aufnahme pr. Schwelle	17,5-21,1	20Kg.	20Kg.	11Kg.	—	16Kg.
	„ „ Cubm.	141-171	216 „	216 „	—	150K.	140 „

[1] Baumeister, Handbuch der spec. Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 210.

[2] Ebendaselbst.

Nach obiger Tabelle schwankt die Menge des aufgenommenen Creosotöls nach den Angaben verschiedener Bahnen

bei Eichenholz zwischen 40—100 Kilo,
„ Kiefernholz „ 140—200 „

In Belgien und England rechnet man, dass zur vollständigen Imprägnirung durchschnittlich 150 Liter Creosotöl pr. Cubikmeter gehören.

Harzreiche Nadelhölzer nehmen weniger Creosotöl auf, als harzarme, ebenso wird durch Flössen die Aufnahmefähigkeit vermehrt. Manche harzreiche Kiefernhölzer nehmen weniger als Eichenholz auf; so nahmen die besonders stark creosotirten Bauhölzer bei dem Hafenbau in Trouville[1], Fichtenholz, durchschnittlich 168 Liter pro Cbm., Eichenholz dagegen 217 pro Cbm. auf. Von anderer Seite ist die geringere Aufnahme des Fichtenholzes in diesem Falle auf den Umstand zurückgeführt worden, dass Fichtenholz in starken, vierkantigen Balken ohne Splint, Eichenholz dagegen in runden Pfählen imprägnirt wurde. Uns scheint diese Erklärung jedoch nicht ganz stichhaltig. Der Unterschied in der Aufnahmefähigkeit zwischen Splintholz und Kernholz ist bei Nadelhölzern durchaus nicht so gross.

Bei porösen und stark ausgetrockneten Kiefernschwellen soll es versuchsweise möglich gewesen sein, 500—600 Liter[2] Creosot pro Cbm. in das Holz zu pressen.

Wir kommen nun zu der Frage, wie die Beschaffenheit der Theeröle sein muss, um eine dauerhafte Conservirung des Holzes zu erreichen.

Man hat viel darüber gestritten, ob es zweckmässiger sei, dickflüssige oder dünnflüssige Theeröle zu benutzen. Wendet man dünnflüssige Oele an, um so rascher und bei niedriger Temperatur kann, wie schon vorher gesagt, die Imprägnirung bewirkt werden. Von mehreren Seiten ist desshalb die Ersparniss von Brennmaterial zu Gunsten der Anwendung von dünnflüssigen Oelen angeführt worden. Bei den jetzigen Preisen der Kohle ist die Differenz in den Kosten für Brennmaterial bei Verwendung von dünn- und dickflüssigen Oelen so gering, dass dieser Punkt nicht in die Wagschale fällt.

Viel wichtiger als die Ersparniss an Brennmaterial ist der höhere Creosotgehalt der dünnflüssigen im Vergleich zu dickflüssigen.

---

[1] Baumeister, Handbuch der spec. Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 210 und Annales des ponts et chaussées. 1871. S. 293.

[2] Buresch, Der Schutz des Holzes. S. 39.

Man geht dabei von der allerdings noch nicht durch die Erfahrung bestätigten Voraussetzung aus, dass, je höher der Creosotgehalt eines Oeles ist, um so grösser auch dessen conservirend wirkende Eigenschaften sind. Gegen diese Annahme spricht die Thatsache, dass die von dem Erfinder Bethell verkauften Oele die ärmsten an Creosotgehalt sind.

Nach Angaben von Bethell sollen seine Oele 1 bis 2 Procent Creosot enthalten, nach Analysen, die in Deutschland gemacht wurden, sind nur Spuren von Creosot darin vorhanden. Die Mehrzahl der Fachkenner auf diesem Gebiete ist jetzt für die Verwendung von dickflüssigen Oelen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. weil sie meistens billiger sind als dünnflüssige;
2. die in dem Holze enthaltenen Trockenrisse sollen ausgefüllt und die Oberfläche mit einer Pechrinde versehen werden, während bei Anwendung von dünnflüssigen Oelen das Holz die Risse offen behält und von diesen Rissen aus die Zerstörung meistens beginnt;
3. sollen in dem mit dickflüssigen Oelen imprägnirten Holze, weil es dichter ist, die Nägel besser halten.

Nach unserer Ansicht empfiehlt sich die Anwendung von dünnflüssigen Oelen, wo es sich darum handelt, dicke, dichte Hölzer, wie Eichenholz, bei kalter Witterung zu imprägniren, dagegen wird die Anwendung von dickflüssigen Oelen da zweckmässiger sein, wo weiche, poröse, harzarme Hölzer conservirt werden sollen.

In Deutschland verwendet man Theeröle, deren spec. Gewicht nicht unter 1,0 und nicht über 1,1 beträgt. Der Siedepunkt muss zwischen 200—350 liegen. Für die Untersuchung, wie viel Creosot, leichte und schwere Oele das Theeröl enthält, empfiehlt sich folgende Methode.

In einen graduirten Glascylinder von 500° Cel. bringt man 250 cc des Oels, fügt 100 cc Natronlauge hinzu und schüttelt die Flüssigkeit. Lässt man den Cylinder einige Zeit stehen, so scheidet sich die Flüssigkeit in drei Schichten. Oben ist das leichte Oel, die mittlere Schicht bildet die Natronlauge, welche das Creosot als Natronverbindungen enthält, die unterste Schicht ist das schwere Theeröl. Das Volumen der beiden Oelschichten kann leicht durch Ablesen von dem graduirten Glascylinder bestimmt werden. Die Menge des Creosots kann entweder indirect aus der Differenz, welche sich ergiebt, wenn man die beiden Volume des leichten und schweren Theeröls mit dem Volume des zum Versuche angewendeten Oels vergleicht, oder direct durch Abscheidung des Creosotöls durch Säuren

aus der Natronlauge gemessen werden. Die Kosten für die Imprägnirung mit Theeröl werden von den Bahnen verschieden hoch angegeben.

Die früher von dem Erfinder Bethell verkauften Imprägniröle wurden 1840—1850 mit 18—20 Pf. pro Liter bezahlt.

Dieser hohe Preis wurde nur so lange bezahlt, als Bethell's Verfahren noch durch ein Patent in England geschützt war.

Man fing bald an, sich die Theeröle aus Theer selbst darzustellen. Die Verwaltung der Aachen-Düsseldorfer Bahn kaufte den Theer aus den benachbarten Gaswerken und destillirte daraus die zur Imprägnirung geeigneten Oele ab. Wie vortheilhaft diese Selbstdarstellung ist, geht aus nachfolgenden Zahlen hervor:

Für 169700 Kg. Rohtheer bezahlte 1863 die Bahn 6354 Mark und gewann hieraus:

7220 Kg. leichtes Theeröl (Benzol, Toluol),
Werth pro Kg. 0,60 Mark = ... 4332 Mark,
53000 Kg. Pech, Werth per 100 Kg. 0,90 M. 534 „
100000 Kg. Creosotöl für Imprägnirzwecke.

Exclusive Arbeitslohn, Fabrikationskosten stellt sich der Preis pro 100 Kg. demnach auf 1,48 Mark.

Rechnet man hinzu für Arbeitslohn und sonstige Kosten pro 100 Kg. 2,53 Mark, was nicht zu niedrig gegriffen sein dürfte, so stellte sich der Preis des Creosots auf 3,98—4,48 Mark.

Der Preis der englischen Oele incl. Eingangszoll und Fracht stellt sich nach Baumeister[1] auf 11—13 Mark pro 100 Kg.

Brönner in Frankfurt brachte in Deutschland unter dem Namen Gallotin ein Oel in den Handel, welches für die Imprägnirung des Holzes empfohlen wurde, 3 Proc. Creosot, 14 Proc. leichtes Oel und 80 Proc. schwere Oele und Pech enthielt. Der Preis des Gallotins stellte sich pro 100 Kg. auf 8 Mark. Die Brönner'sche Fabrik liefert gegenwärtig kein Imprägniröl mehr, dagegen ist die Firma W. O. Waldthausen Wilh. Sohn auf Clarenburg bei Köln und Gustavsburg bei Mainz gegenwärtig der grösste deutsche Producent von Theeröl für Imprägnirzwecke.

Die paraffinhaltigen Oele eignen sich für Imprägnirungszwecke besser, weil die damit getränkten Hölzer wasserdichter werden als die mit naphthalinhaltigen Oelen imprägnirten. Auch ist der Preis der letzten Sorte Oele dadurch, dass das Naphthalin eine wichtige

---

[1] Handbuch der spec. Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 207.

Verwendung in der Theerfarbenindustrie gefunden hat, wesentlich in die Höhe gegangen.

Nach Mittheilung von Baumeister[1] stellen sich die Kosten des Systems Bethell nach praktischen Erfahrungen der preussischen Ostbahn, innerhalb deren Grenzen auch sonstige Erfahrungen neuester Zeit sich bewegen, wie folgt.

Vorauszuschicken ist, dass bei der Imprägnirungsanstalt zu Bromberg sämmtliche Handarbeiten an Schwellen und Apparaten zu 0,1 Mark per Schwelle oder 1,1 Mark per Cbm. in Accord gegeben sind und dass die Unterhaltung der Apparate, Aufsicht und Heizung bei einem jährlichen Quantum von 150000 Schwellen zu 0,06 Mark per Schwelle oder 0,7 Mark per Cbm. angeschlagen wird. Unter diesen Voraussetzungen beträgt der Aufwand:

		Gastheer aus Berlin	Dickflüssiges Creosotöl	Feines Oel aus England
Preis des Stoffes per Centner		1,5 M.	4,5 M.	7,5 M.
Eichenholz	Stoffaufwand per Schwelle	0,2 „	0,54 „	0,78 „
	Gesammtaufwand „ „	0,36 „	0,7 „	0,94 „
	Stoffaufwand per Cubikm.	2,2 „	5,8 „	8,4 „
	Gesammtaufwand „ „	4,0 „	7,6 „	10,2 „
Kiefernholz	Stoffaufwand per Schwelle	0,6 „	0,18 „	3,0 „
	Gesammtaufwand „ „	0,76 „	1,96 „	3,16 „
	Stoffaufwand per Cubikm.	6,5 „	11,7 „	32,4 „
	Gesammtaufwand „ „	8,3 „	13,5 „	34,2 „

Nach Angaben von Geh. Reg.-Rath Funk[2] betragen die Kosten nach Mittheilungen der deutsch-österreichischen Bahnverwaltungen

Mark

für Eichenholzschwellen von 0,88—1,35,
für Buchenholzschwellen „ 1,78,
für Kiefernholzschwellen „ 1,46—2,30.

Bei der Imprägnirung der Hafenbauten in Trouville stellten sich die Kosten wie folgt:

---

[1] Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 211.

[2] Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 62 bis 70.

	Frs.	Mark.
Preis des Creosots pro Tonne	60	48.
Fracht von Paris an Ort und Stelle per Tonne	32,6	26,02.
Summa	92,6	74,02.
Preis der Kohlen pro Tonne	28	22,40.

Die durchschnittliche Aufnahme beträgt pro Cubikmeter:

für Fichtenholz 168 Kilo,
für Eichenholz 217 „

Hiernach betragen die Kosten pro Cubikmeter:

	Fichtenholz		Eichenholz	
	Francs	Mark	Francs	Mark
für Creosotöl	15,58	12,46	20,10	16,08,
für Kohlen	2,66	2,14	2,99	2,39,
für Tagelohn aller Art	5,70	4,56	6,97	5,58,
	23,94	19,13	30,06	24,05.

Hierzu sollen noch 10 Proc. allgemeine Unkosten, Unterhaltung der Apparate, Amortisation etc. geschlagen werden, so dass der Cubikmeter Fichtenholz zu imprägniren auf 26,33 Francs = 21,06 Mark, der Cubikmeter Eichenholz auf 33,06 Francs = 26,45 Mark zu stehen kommt.

Die Erfolge, die man mit dem Bethell'schen Verfahren erzielt hat, sind im Allgemeinen als sehr günstige zu bezeichnen.

Wie aus den früher mitgetheilten Tabellen ersichtlich ist, zeigen nach dem Bethell'schen Verfahren imprägnirte Schwellen eine gleiche Dauer wie die mit Zinkchlorid behandelten.

Als mittlere Dauer der auf geeignete Weise unter Druck mit Zinkchlorid oder Creosot imprägnirten Schwellen sind nach Funk[1] folgende Zahlen anzunehmen:

a) für eichene Schwellen 19,5 Jahre
b) „ kieferne „ 14—16 „
c) „ fichtene „ 8—10 „
d) „ buchene „ 15—18 „

Ein Vortheil der Imprägnirung mit Zinkchlorid gegenüber dem Bethell'schen Verfahren ist die grössere Billigkeit. Wie aus der früher S. 153 mitgetheilten Tabelle ersichtlich ist, kostet die Zinkchlorid-Imprägnirung nur etwa $^1/_2$ soviel als die Creosotirung. In neuerer Zeit sind desshalb verschiedene Bahnverwaltungen von dem Creosotiren zum Behandeln mit Zinkchlorid übergegangen.

---

[1] Heusinger, Organ f. Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 72—80.

Als Vortheile des Bethell'schen Verfahrens muss die Erhöhung der Holzfestigkeit durch das Imprägniren mit Theerölen angeführt werden, da die Imprägnirung mit Metallsalzen, wie schon mehrmals hervorgehoben wurde, die Festigkeit des Holzes merklich verringert. Ob die Festigkeitserhöhung bei Behandlung mit Theerölen auf die sehr ansehnliche Vermehrung der festen Substanz des Holzkörpers durch die nachträglich erstarrenden Theerbestandtheile, namentlich auf die Verstopfung der Risse zurückzuführen ist, bleibt dahingestellt. Ist das Zinkchlorid-Imprägniren hinsichtlich der Billigkeit und Dauerhaftigkeit bei der Conservirung von Eisenbahnschwellen dem Bethell'schen Verfahren vorzuziehen, so ist dagegen das letztere Verfahren für die Conservirung von Hölzern, welche bei dem Wasserbau verwendet werden sollen, dem ersteren Verfahren vorzuziehen. Das mit Theerölen, besonders schweren Oelen hinreichend imprägnirte Holz zeigt nicht allein eine grosse Widerstandskraft gegen das Eindringen des Wassers, sondern, wie wir bereits früher schon erwähnt haben, ist es vor den Angriffen des Pfahlwurms (Teredo navalis) und der Bohrmuscheln am besten geschützt. Ebenso dient die Imprägnirung des Holzes mit Creosotöl in Indien als Schutzmittel gegen die Zerstörung des Holzes durch Termiten, dagegen soll das Holz nur vorübergehend gegen eine Insectenart Limnoria terebrans geschützt sein.

Für die Conservirung des gewöhnlichen Bauholzes hat die Anwendung von Theerölen einige Uebelstände, und zwar

1. die grosse Feuergefährlichkeit,
2. der unangenehme penetrante Geruch.

Will man die Feuergefährlichkeit bei imprägnirten Holze wesentlich vermindern, so empfiehlt sich das Bestreichen mit Wasserglaslösung.

Der unangenehme Geruch lässt sich grösstentheils durch Bestreichen mit concentrirter Salpetersäure beseitigen; es bilden sich in diesem Falle Nitroproducte, welche geruchlos sind.[1]

Imprägniren des Holzes mit Theeröl unter Niederdruck.

Die Verwendung des Theeröls oder Creosots zur Conservirung des Holzes geschah Anfangs ohne Einpressen unter Druck, meistens begnügte man sich damit, die trockenen Hölzer einige Zeit in das heisse Theeröl zu legen.

[1] Dr. Ad. Mayer, Die chemische Technologie des Holzes. S. 170. — Wagner's Jahresbericht. Bd. 14. S. 706.

Dieses einfache Tränken des Holzes mit Theeröl wurde 1856 auf der Bahn von Aachen nach Mastricht und nach Düsseldorf für die Conservirung der Eisenbahnschwellen zuerst benutzt. Die Aachen-Düsseldorfer Gesellschaft, welche, wie schon früher hervorgehoben, ihre Theeröle aus Steinkohlentheer selbst destillirt, verfährt noch in folgender Weise:

Die Hölzer werden 24 Stunden bei einer Temperatur von 100° C. in einem Trockenofen (wie früher bereits beschrieben) gedörrt. Hierauf werden dieselben 24 Stunden in Theeröl gelegt, welches auf 30° C. erwärmt ist. Die Aufnahme an Oel soll pro Cubikmeter 80 Kilo, also bedeutend weniger als bei dem pneumatischen Verfahren betragen. Die Imprägnirungskosten sollen pro Cubikmeter 6,8 Mark betragen.

Nach Baumeister[1] soll dagegen auf der Mastrichter Bahn trotz dreimal längeren Tränkens nur halb soviel, wie oben angegeben, aufgenommen worden sein, während die Kosten sich nicht dementsprechend billiger, sondern theurer stellten, wahrscheinlich weil das verwandte Theeröl viel höher bezahlt wurde.

Nach unserer Ansicht ist der Imprägnirung unter Druck überall da der Vorzug zu geben, wo es sich darum handelt, dickere Hölzer, wie Balken und Eisenbahnschwellen, zu conserviren, während das Niederdruckverfahren sich vortheilhaft da anwenden lässt, wo kleinere Hölzer, wie Palissaden etc., conservirt werden sollen.

Imprägniren des Holzes durch Behandlung mit Theerdämpfen.

Schon früher haben wir einen Apparat beschrieben, welcher für die Behandlung des Holzes mit Theerdämpfen dienen soll, und dort diese Imprägnirmethode einer kurzen Kritik unterzogen. Eine grössere praktische Anwendung hat dieses Verfahren unseres Wissens nicht gefunden.

Verfahren zur Conservirung des Holzes mittelst einer Lösung von Paraffin, Harz, schweren Theerölen in Benzin und leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen.

Wie wir im Vorhergehenden gesehen haben, spielen bei der Conservirung des Holzes mittelst Theerölen nach dem Bethell'schen Verfahren die schwer flüchtigen und dickflüssigen Bestandtheile, wie Paraffin, Naphthalin, Anthracen etc. eine fast ebenso wichtige Rolle

---

[1] Heusinger, Handbuch der spec. Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 24.

wie das Creosot. Ein grosser Theil der Techniker wendet daher mit Vorliebe die schweren Theeröle zum Imprägniren des Holzes an. die aber den Uebelstand zeigen, dass sie einestheils einer grösseren Hitze beim Imprägniren bedürfen, anderentheils wegen ihrer zähflüssigen Beschaffenheit das Holz nur schwer durchdringen.

Auch bei der Conservirung der Hölzer mittelst Wachs, Oelen, Fetten, die schon früher zum gleichen Zwecke in Vorschlag gebracht wurden, trat der gleiche Uebelstand wie bei den schweren Theerölen der Ausführung hindernd in den Weg. Champy z. B. erhitzte die Fette bis auf 200° und tauchte dann die Hölzer darin ein. Ebenso suchte man Leinöl oder Leinölfirniss nach dem pneumatischen Verfahren in das Holz einzupressen. Obwohl zwar bei diesen Methoden die Fette aus dem eben erwähnten Grunde nicht tief in das Holz eindringen können, zeigten die mittelst derartiger Stoffe imprägnirten Hölzer doch eine relativ grosse Dauerhaftigkeit. Verfasser sucht auf nachfolgendem Wege eine vollständige Durchtränkung des Holzes mit Paraffin, Harzen, Fetten, schweren Theerölen etc. erreichen zu können.

Statt. wie seither geschehen, jene Stoffe auf eine hohe Temperatur zu erhitzen, schlägt Verfasser vor, denselben dadurch eine dünnflüssige Beschaffenheit zu geben, dass man sie in leichten Kohlenwasserstoffen, z. B. Petroleumbenzin etc. löst. Diese Lösungen durchdringen das Holz viel leichter als jene dickflüssigen Körper. Zweckmässig werden die Lösungen unter Druck in das Holz eingepresst, und kann man sich hierzu der pneumatischen Apparate mit einigen Modificationen bedienen.

Durch diese Modification soll es ermöglicht werden, nach dem Imprägniren des Holzes das Lösungsmittel durch Abdestilliren wieder zu gewinnen. Wir skizziren nebenstehend eine Vorrichtung, durch die wir glauben, dass dieser Zweck erreicht werden kann.

Auf nebenstehender Skizze stellt A den Kessel, BB den Dampfmantel, C die Kühlvorrichtungen dar.

Der Kessel ist mit einem Zuströmungsrohr für Dampf h, einem nach der Luftpumpe führenden Rohr i, einem Ableitungsrohr p für die bei der Destillation entstehenden Dämpfe und einem Ablasshahn m versehen. Ferner befindet sich an demselben ein Manometer s. ein Ablasshahn m und die abnehmbare Thüre r. Der Dampfmantel ist mit einem Dampfzuleitungs- und Ableitungsrohr versehen.

Zur Ausführung der Operation wird die auf eine weiter unten beschriebene Weise dargestellte Lösung in das vorher gut getrocknete Holz wie bei dem Bethell'schen Verfahren unter Druck eingepresst.

Ist eine hinreichende Imprägnirung erfolgt, so wird der Druck abgestellt, und nachdem der Präparirkessel mit der Kühlschlange in Verbindung gesetzt worden, wird durch Einströmenlassen von Dampf

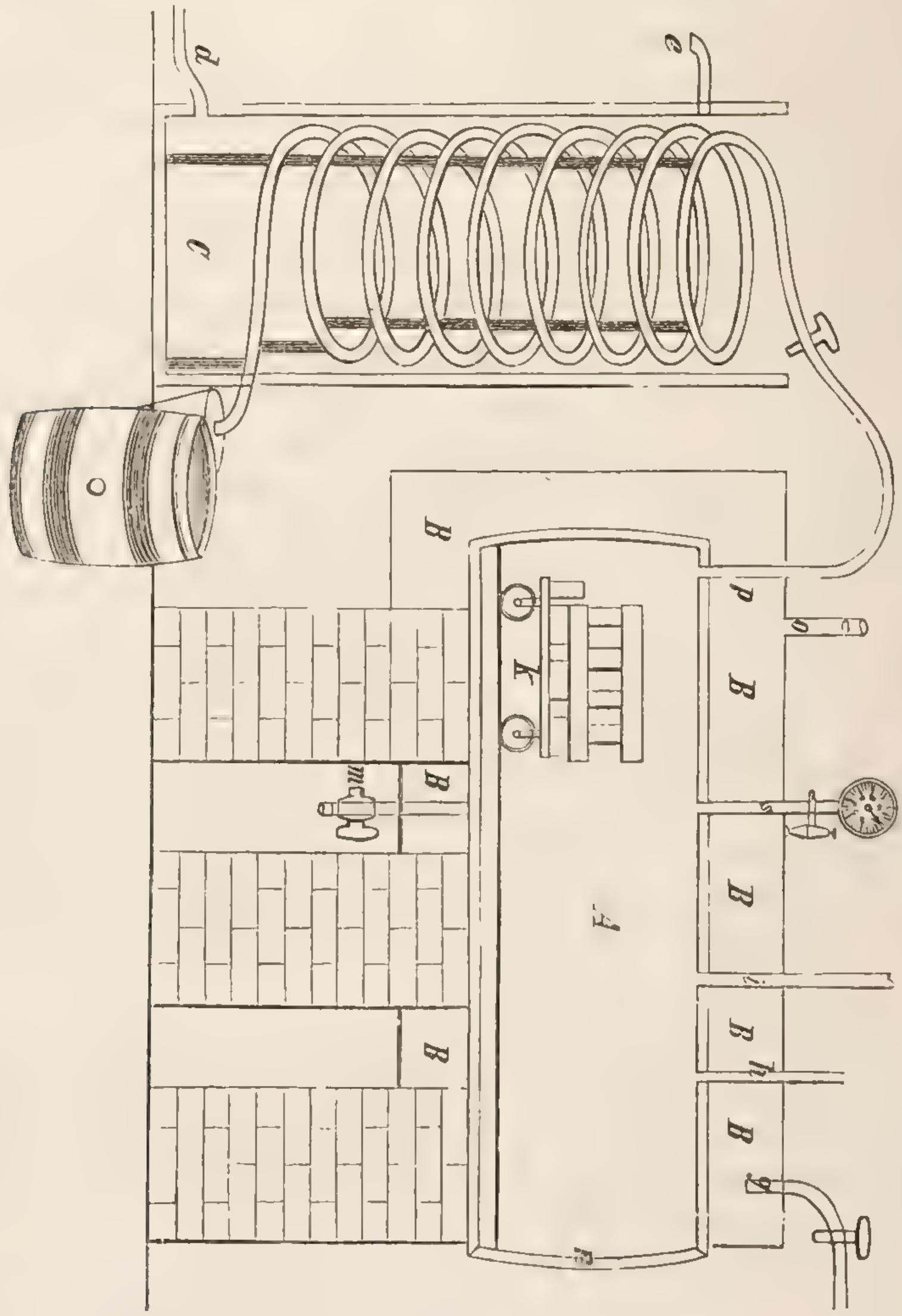


Fig. 55.

in den Dampfmantel das Abdestilliren bewirkt. Das Abdestilliren des flüchtigen Lösungsmittels wird fortgesetzt, so lange noch beträchtliche Mengen desselben übergehen. Für besonders geeignet zur Imprägnirung des Holzes halten wir folgende Mischungen:

3 Th. Harz (Colophonium),
1 „ Paraffin,

so viel Benzin, dass eine dünnflüssige Lösung entsteht.

Mischungen von

1 Th. schwerem Theeröl,
1—2 „ Colophonium

und eine zur Auflösung hinreichende Menge Benzin.

Die Auflösung dieser Stoffe geschieht zweckmässig in folgender Weise: Man schmilzt das Paraffin, giesst es in die doppelte Menge Benzin und setzt dann das pulverisirte Colophonium zu. In der ziemlich concentrirten Paraffinlösung in Benzin löst sich das Colophonium weit leichter auf als in Benzin allein. Die Auflösung der theerölhaltigen Mischung kann in gleicher Weise bewirkt werden, indem man zuerst das Theeröl in Benzin löst und dieser Lösung das gepulverte Colophonium zusetzt. Die Auflösung geschieht passend in einem Gefäss, welches einen Deckel mit Wasserverschluss besitzt und indirect durch Dampf geheizt werden kann. Wir glauben, dass nur ein geringer Benzinverlust stattfindet, wenn das Abdestilliren hinreichend lange fortgesetzt und dabei für gute Kühlung gesorgt wird.

Nicht ausser Acht gelassen werden darf bei diesem Verfahren die Feuergefährlichkeit der Dämpfe der leichten Kohlenwasserstoffe und wird daher die Auflösung der Imprägnirmischung, sowie die Kühlung des abdestillirten, wieder zu gewinnenden Lösungsmittels in einen nicht geschlossenen Raum, so dass sich keine feuergefährlichen Dämpfe ansammeln können, und entfernt von jeder Feuerstelle stattfinden müssen.

Durch die Anwendung der leichten Kohlenwasserstoffe wird es ermöglicht, Harz resp. Colophonium, welches wegen seiner Consistenz und zähen Beschaffenheit auch im geschmolzenen Zustande nicht zur Imprägnirung geeignet war, anzuwenden.

Die Verwendung des Harzes ist als empfehlenswerth zu bezeichnen, weil die damit umhüllten Holzfasern, wie schon die sehr harzreichen Nadelhölzer beweisen, eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss zeigen.

Der Preis des Colophoniums stellt sich gegenwärtig nicht höher als 12 bis 14 Mark pro 100 Kg., und dürfte daher das vorstehende Verfahren auch aus diesem Grunde zu empfehlen sein.

Wir glauben, dass sich die nach diesem Verfahren conservirten Hölzer besonders bei feuchter Lagerung oder im Wasser gut bewähren werden.

Conserviren des Holzes durch Entfernung des Zellsaftes.

Zur Zeit, als man noch glaubte, dass der Zellsaft die Zersetzung des Holzes bewirke, hielt man die möglichst vollständige Entfernung

desselben oder die Ueberführung der darin vorkommenden Eiweisskörper in unlöslichen, coagulirten Zustand für die wirksamsten Methoden der Holzconservirung.

Nachdem man als Ursache der Fäulnisserscheinungen des Holzes parasitische oder saprophytische Pilze erkannt hat, die entweder schon während des Wachsthums des Baumes. oder später nach dem Fällen eindringen, können diese Behandlungsweisen des Holzes nur als Vorbereitungsmethoden für Conservirung, nicht als eigentliche Conservirungsmethoden des Holzes gelten.

Die Ueberführung der löslichen Proteïnkörper in unlösliche Verbindungen kann auf drei verschiedene Arten geschehen:

1. durch Fällung,
2. durch Trocknen und Erhitzen auf 90 bis 100°,
3. durch Dämpfen.

Die Entfernung des Zellsaftes kann geschehen

1. durch Auslaugen des Holzes,
2. durch Dämpfen des Holzes,
3. durch Verdrängen des Zellsaftes durch hydrostatischen Druck,
4. „ „ „ „ „ Comprimiren des Holzes.

Die Ueberführung der löslichen Proteïnkörper in unlösliche Verbindungen ist bei den vorhergehenden Methoden der Conservirung schon eingehend erörtert worden, und haben wir uns hier nur noch mit denjenigen Verfahren zu befassen, welche eine Entfernung des Zellsaftes bezwecken.

Das Auslaugen oder Flössen des Holzes.

Lässt man Holz längere Zeit im Wasser liegen, so erleidet es bestimmte Veränderungen. Man nimmt gewöhnlich an, dass ein Theil der Saftbestandtheile ausgelaugt worden ist. Bei manchen Holzarten sind die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung, welche das Holz durch Flössen erfährt, so gering, beispielsweise bei Fichtenholz[1], dass sie sich analytisch nicht nachweisen lassen. Im Allgemeinen ist die Wirkung des Flössens auf das Holz noch nicht genau festgestellt, und in vielen Fällen sind die Angaben verschiedener Techniker widersprechend. So soll nach Heintz[2] durch das Flössen der Kohlenstoffgehalt um 3 Procent vermindert, der Sauerstoffgehalt

---

[1] Wunder, Landw. Versuchsst. Bd. VI. Dr. Ad. Mayer.
[2] Muspratt, Bd. III. S. 896.

dagegen um ebensoviel vermehrt werden. Nach Werneck's[1] Versuchen dagegen kann geflösstes Holz in Folge eines eingetretenen Zersetzungsprocesses mehr Kohlenstoff als ungeflösstes enthalten.

Wir glauben, dass das von Werneck untersuchte nicht normales, durch Flössen verändertes, sondern durch einen Verwesungsprocess, welcher zufällig bei dem Flössen aufgetreten ist, zerstörtes Holz war.

Gleichfalls widersprechend sind die Angaben über die Volumveränderung. Versuche, die am Unterharz angestellt wurden, ergaben, dass das Flössholz bei $3\,^1/_2$ wöchentlicher Berührung mit Wasser 6,25 Procent an Volum und 9,23 Procent an Brennkraft verlor, während nach Dr. Ad. Mayer[2] das geflösste Holz eine Volumzunahme erfährt, „oder besser gesagt, dasselbe wird unfähig, in dem Grade zu schwinden wie das ursprüngliche Holz, so dass es schliesslich bei gleichem Wassergehalt erheblich leichter ist als dieses".

Der Widerspruch in beiden Angaben scheint darin zu stecken, dass die erste Angabe sich auf Abnahme des absoluten Volums bezieht, während die von Mayer erwähnte Volumzunahme keine absolute ist, sondern dadurch entstanden, dass bei constantem oder etwas vermindertem absoluten Volum gewisse Substanzen dem Holze entzogen worden sind, das spec. Volum (d. h. Gewichtseinheit dividirt durch Volumeinheit) ist desshalb grösser geworden, das absolute Volum ist gleich geblieben oder kleiner geworden. Mit dieser Ansicht ist auch die beobachtete Thatsache übereinstimmend, dass das spec. Gewicht des Holzes durch das Flössen verringert wird. Nach Versuchen von Werneck[3] verliert 0,0309 Cubikmeter Holz durchschnittlich 0,5 Kg., gleich ungefähr einer Verminderung des spec. Gewichts um 3 Proc. Bei Fichtenholz vermindert sich das spec. Gewicht von 0,446 auf 0,409, was ein ausserordentlich hoher Verlust (beinahe 8 Proc.) ist. Der Brennwerth soll durch das Flössen ebenfalls vermindert werden. 100 Volum ungeflösstes Holz solle 112 Volum geflössten Holzes an Brennwerth gleichkommen. Nimmt man gleiche Gewichte geflössten und ungeflössten Holzes, so wird nur ein geringer Unterschied in dem Brennwerthe gefunden werden.

Die Festigkeit wird durch das Flössen nicht vermindert, sondern soll sogar, was wir aber bezweifeln, etwas vermehrt werden.

---

[1] Wagner's Jahresbericht. 1864. S. 718. Muspratt, Bd. III. S. 897.
[2] Chemische Technologie des Holzes. S. 107.
[3] Muspratt, Bd. III. S. 897.

In frischem fliessenden Wasser zeigt gesundes Holz eine ausserordentlich grosse Dauerhaftigkeit. Die Dauerhaftigkeit ist jedoch nicht darauf zurückzuführen, dass bestimmte Saftbestandtheile aus dem Holze ausgelaugt worden sind, sondern auf die Thatsache, dass in frischem fliessenden Wasser keine Fäulnisspilze vorkommen und das Holz desshalb vor den Angriffen dieser Organismen geschützt ist. Nicht allein das Holz, sondern auch noch andere organische Körper, welche sehr leicht einer raschen Zersetzung anheimfallen, erhalten sich in fliessendem Wasser aus dem oben angeführten Grunde.

Soll das Holz bei dem Auslaugen oder Flössen keinen Schaden erleiden, so darf es in kein stagnirendes, sondern muss in fliessendes Wasser kommen.

Bei der sogenannten Wildflösserei erleidet das Holz häufig dadurch Schaden, dass einzelne Stämme von dem reissenden, schlecht regulirten Strome auf das Ufer geworfen werden und dort längere Zeit mit Schlamm bedeckt oder von hohem Grase umgeben lagern; sehr bald unterliegt das geflösste Holz unter diesen Verhältnissen dann der Zersetzung.

Damit der Zellsaft durch Eintrocknen nicht theilweise unlöslich wird, bringt man das Holz zweckmässig bald nach dem Fällen in Wasser. Am besten schlägt man Ende Winter das Holz, legt es im Frühling ins Wasser und lässt es den Sommer über im Wasser liegen. Geflösstes Holz unterliegt ebenso wie nichtgeflösstes der Fäulniss. Dagegen kann das Flössen zur Vorbereitung dienen, und zwar zu dem Zwecke, um es leichter und vollständiger imprägniren zu können. Die Angabe, dass man das zu flössende Holz mit dem oberen Stamme stromabwärts legen solle, lässt sich schwer wissenschaftlich begründen. Die Auslaugung des Holzes geschieht auf osmotischem Wege, einerlei ob das Holz mit dem Wurzelende stromab- oder aufwärts liegt.

Das Dämpfen des Holzes.

Weit unvollständiger als durch das Auslaugen oder Flössen wird der Zellsaft durch Dämpfen aus dem Holze entfernt.

Bei der Anwendung des Dampfes ging man ursprünglich von der falschen Voraussetzung aus, dass der gespannte Dampf den Zellsaft verdrängen solle. Durch das Dämpfen wollte man desshalb zweierlei erreichen:

1. Entfernung des Zellsaftes.

2. Dem Holze durch Entfernung des Zellsaftes die Eigenschaft ertheilen, grössere Mengen Imprägnirungsstoffe aufzunehmen und gleichzeitig zu trocknen.

Wir haben schon früher S. 77 die Operation des Dämpfens beschrieben, und verweisen wir auf das dort Gesagte.

Man bedient sich der Methode des Dämpfens meistens heute nur noch zur Vorbereitung des Holzes, welches mit Zinkchlorid (System Burnett) imprägnirt werden soll.

Zur Kritik der Methode des Dämpfens bemerkt Dr. Ad. Mayer[1], mit dem wir vollständig übereinstimmen, folgendes: „An ein Auspressen des Zellsaftes durch den unter hohem Druck stehenden Dampf kann natürlich unmöglich gedacht werden, so lange gewisse Zellschichten mit dem überhitzten Wasserdampfe in Berührung sind, während auf benachbarte, noch mit Zellsaft erfüllte die erhöhte Temperatur noch nicht eingewirkt hat. Sobald sich die Spannung ausgeglichen hat und ein Ueberdruck nach keiner Richtung mehr vorhanden ist, wird nur ein Abdestilliren der Zellflüssigkeit mit Zurücklassung der nicht flüchtigen Inhaltssubstanzen des Holzgewebes stattfinden.

Berücksichtigt man ferner noch, dass selbst bei dreistündigem Dämpfen in gut bekleideten Kesseln, wie Bureseh nachgewiesen und wie wir früher S. 98 beschrieben, die Temperatur in einer Tiefe von 75 Mm. kaum 100° C., und in einer Tiefe von 100 Mm. keine 100° C. erreicht, so kann bei dickeren Holzstücken an eine vollständige Durchdringung mit Dampf, in der Zeit, in welcher man die Einwirkung überhaupt ohne eine allzugrosse schädliche Einwirkung auf das Holz befürchten zu müssen, dauern lassen kann, nicht gedacht werden.

Viel wirksamer, als durch blosses Dämpfen den Zellsaft des Holzes zu entfernen, scheint uns folgendes Verfahren von T. A. Dowling und J. Hartmann.[2] Die Erfinder bewirken die Entfernung des Saftes auf die Weise, dass das Holz unter starkem Luftdruck in einem luftdichten, mit Dampfschlange versehenen Apparate erhitzt wird. Der Zellsaft soll auf diese Weise aus dem Holze in einen Condensationsapparat abgetrieben werden. Nach dem Erhitzen und Auspressen wird das Holz unter fortdauerndem Drucke erkalten gelassen.

---

[1] Die chemische Technologie des Holzes. 1872. S. 124.

[2] Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Mineralogie und Geologie für 1880 von F. Fittica, S. 1372.

Verdrängen des Saftes durch hydrostatischen Druck.

Das Princip, welches dieser Methode zu Grunde liegt, ist bei der Besprechung des Boucherie'schen Verfahrens erörtert worden. Eine Verdrängung des Zellsaftes durch Auswaschen unter hydrostatischem Druck mit Wasser hat man nirgends mit Erfolg probirt. Die Verdrängung des Zellsaftes durch eine andere antiseptische Flüssigkeit haben wir bei der Beschreibung des Boucherie'schen Verfahrens besprochen.

Auspressen des Zellsaftes durch Comprimiren des Holzes.

Unterwirft man frisch gefälltes Holz zwischen Walzen einem starken Drucke, so kann ein Theil des Zellsaftes daraus ausgepresst werden. Gleichzeitig wird das gepresste Holz specifisch schwerer und weniger porös. Eine eigentliche Conservirung des Holzes wird auf diese Weise nicht erreicht.

Wir geben im Nachfolgenden eine chronologisch geordnete Tabelle über die seit Anfang des vorigen Jahrhunderts in Vorschlag gebrachten Mittel zur Holzconservirung. Die Tabelle ist dem Polytechnischen Notizblatt, 1875, S. 285 entlehnt, und ist als Uebersetzung wiedergegeben aus Armengaud, publ. industrielles. Die Tabelle ist nicht vollständig und weist viele Lücken auf, den Zeitraum von 1865—1876 betreffend haben wir sie, soweit uns die Quellen zu Gebote standen, ergänzt. Ausserdem haben wir an einigen Stellen in einer besonderen Spalte passende Bemerkungen beigefügt. Wir halten eine solche Tabelle in einem technischen Werke für sehr nützlich, da sie uns ein Mittel an die Hand giebt, uns zu informiren, ob eine Substanz bereits in Vorschlag gebracht ist oder nicht.

Zusammenstellung der seit dem Jahre 1700 zum Conserviren des Holzes angewendeten Mittel.[1]

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung
1705	Homberg	Quecksilberchlorid	Eintauchen des Holzes in die wässerige Lösung des Salzes.
1730	Job. Baster	Quecksilber- und Arsenpräparate	Eintauchen des Schiffsbauholzes in die betr. Lösung.
1740	Reed	Holzessig	Eintauchen des Holzes.
„	Fagot	Alaun, Eisenvitriol	Eintauchen.
„	„	Wasserdampf	Das Holz wird der Einwirkung des Dampfes ausgesetzt.
1756	Hales	Holzessig, Theeröl	Durchtränken des Holzes mittelst angebrachter Bohrungen. Eintauchen in die siedende Masse.
Um 1756	?	Heisser Holztheer	Einlegen des Holzes in die siedende Substanz.
1767	Jackson	Lösung von Seesalz, Kalk, Zinkvitriol, Alaun, Bittersalz und Asche in Seewasser	Das Holz wird mit kleinen, eingebohrten Löchern versehen und in die Lösung eingelegt.
1768	Constable	Pulverisirter und angefeuchteter Arsenkies	Anstreichen des Holzes mit dieser Masse.
1770	Encyclopédie économique	Alaun, Seesalz, Eisenvitriollösung, Galläpfel	Das Holz wird in die Lösung getaucht, um es unverbrennlich zu machen. Die Galläpfel dienen zur Färbung desselben.
1772	Horlemann	Seewasser	Einlegen des Holzes.
„	Salberg	Eisenvitriol, Eisenoxyd, Theer	Das getrocknete Holz wird mit Eisenvitriol imprägnirt, von neuem getrocknet und mit Theer überzogen.
1778	Migneron	?	Einlegen des Holzes in Dampfkessel, welche mit der conservirenden Flüssigkeit gefüllt sind.
1779	Pallas	Eisenvitriollösung, dann Kalkwasser	Nacheinanderfolgendes Eintauchen in beide Lösungen.
1789	Acrel	Seesalz- oder Eisenvitriollösung	Eintauchen.
1798	White	Gebrannter Kalk	Einhüllen und Trocknen des Holzes in gebr. Kalk.
„	Wolmeister	Seesalzlösung	Anstreichen und Eintauchen (Stöckhardt).

[1] Armengaud, publ. industrielle. Vol. 22. p. 164 u. Polytechn. Centralblatt. 1875. S. 286.

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung	
1801	Grusmann	Kohle, eisenhaltiger Torf	Eintauchen des Holzes in eine aus den genannten Substanzen hergestellte Lauge.	
1805	Mackonochie	Harzige Dämpfe des Teakholzes od. anderer harziger Stoffe	Das in einer Dampfkammer befindliche Holz wird mit den Dämpfen imprägnirt.	
„	Nystron	Salpetersaures Eisenoxyd, Eisenvitriol etc.	Färben des Holzes mit den angegebenen Substanzen.	
1806	Perkins	Seesalz	Die Zwischenräume des Holzes sollen mit Salzkrystallen ausgefüllt werd.	
1808	Engl. Admiralität	Oberflächliche Verkohlung	—	
1809	Landwirthsch. Zeitung	Colophonium, Wallfischthran, Schwefel und Ocker	Mehrfaches Anstreichen des Holzes.	
1810	Cadet de Gassicourt	Färben des Holzes mit Metallsalzen	—	
1811—12	Lukin	Fette u. theerhaltige Dämpfe	Trocknen u. Imprägniren des Holzes.	
1812	Cook	Steinkohlentheer	Theeren der Schiffe.	
„	?	Gelöschter Kalk, Holzasche, feiner Sand und Oel	Zweimaliges Anstreichen des Holzes.	
1813	B. Champy	Talg	Eintauchen in geschmolzenen Talg, der auf 120° erwärmt wurde.	
1815	Chapman	Eisenvitriollösung, Anstrich mit Leinöl und Eisenvitriol oder Kalkwasser	Das in Eisenvitriol eingelegte und getrocknete Holz wird mit Oel oder Pech angestrichen. Eintauchen des Holzes in Kalkwasser.	
„	Cawden	Seewasser	Mehrwöchentliches Einlegen des Holzes (Stöckhardt).	
„ (?)	Semple	Trocknen des Holzes durch Rauch, dann Eintauchen in erhitzten Theer oder Leinölfirniss	—	
1818	Callender	Das Holz wird gedämpft u. dann getrocknet	—	
„	Dagneau	Abkochung bitterer Pflanzen mit Theer gemischt	Heisser Anstrich, für Schiffe zum Schutz geg. die Bohrmuscheln etc.	
„	Philosoph. Magazine	Concentr. Lösung von Soda oder Pottasche, dann holzessigsaures Eisen oder Blei. Oder auch holzessigsaures Blei, dann Alaun	Bestreichen des Holzes mit der ersten siedenden Lösung, dann mit der zweiten Flüssigkeit.	
1820	Pastley	Unzerlegbare Lösungen	—	Soll das Holz biegsam machen.
„	Sargent	Dampf, Oele		
„	Sanderson	Holztheeröl, Holzessig	Einlegen in die siedende Masse.	
1821	Parkes	Theer aus Holzessig oder Theer, Talg und Harz	Anstreichen des Holzes mit der siedenden Mischung.	
„	Dinsdale	Holztheer	Anstreichen oder mehrfaches Eintauchen.	

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung	
1821	Knowles und Davy (?)	Quecksilberchlorid	Eintauchen.	
1822 (?)	Newman	Wasserdampf	Behandeln des Holzes mit Dampf zur Entfernung des Saftes in einer Dampfkammer.	
1822	Roguin	Einweichen des Holzes in heissem Wasser, dann Trocknen desselben	—	
„	Prechtl	Dämpfe von Theer	Das Holz wird erst reinem Wasserdampf, dann dem Dampfe einer Mischung von Wasser und Theer ausgesetzt (Stöckhardt).	
„	Lacroix	Leinölfirniss	Anstrich.	
„	Soc. d'encour.	Leinölfirniss	Anwendung des erhitzten Firniss.	
„	Cook	Pottaschelösung	Einlegen des Holzes oder Benutzung einer Maschine, welche den Saft aussaugt, der durch die Lösung ersetzt werden soll.	
Geg. 1823	Kyan	Quecksilberchlorid	Einlegen.	Besond. zur Conservir. anatom. Präparate geeignet.
1823—24	Watterton	Quecksilberchlorid in Alkohol gelöst	—	
1823	Oxfort	Theeröl mit Chlorgas behandelt	Wiederholte Anstriche.	
1824	Cox	Mischung von Fischthran, Harz und Schwefel	Tränken des Holzes durch Anstreichen oder Einreiben (Stöckhardt).	
„	Luscombe	Theer, mit Theeröl und verrostetem Eisen erhitzt	Anstreichen des Holzes mit dieser Mischung.	
„	Bill	Theer	Einlegen des getrockneten Holzes in den siedenden Theer.	Soll das Holz unverbrennl. machen.
1825	Fuchs	Kieselsaures Natron	Imprägniren des Holzes.	
„	Knowles	—	—	Veröff. eine Uebersicht der bisdahin angew. Methoden.
„	Hancok	Lösung von Gummi elasticum in Terpentinöl oder Theer	Anstrich für Holz oder Tauwerk.	
1826	Langton	Das erhitzte Holz wird im luftleeren Raume behandelt (mit ?)	Einweichen des Holzes in Wasser und Trocknen durch Dampf.	
„	Newmarch	Mischung von Leinöl, Eisenvitriol, Grünspan, Arsenik, Alaun	Kochen während 3 bis 4 Stunden (Stöckhardt).	
„	Hartig	Ankohlen des Holzes, Theer, Mutterlauge, wiederholte Theeranstriche	Eintauchen oder Anstreichen.	
1828	Marsch	Kalkhydrat und Fischthran	Anstreichen.	

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung
1828	Gossier	Salzlösungen, die sich gegenwärtig zerlegen u. in dem Holze eine unlösliche Substanz lassen, z. B. Calciumchlorid, Glaubersalz, Eisenvitriol, arsensaures Natron	Abwechselndes Eintauchen in die betreffenden Lösungen.
1829	Reybert	Die hölzernen Bretter werden zuerst in Wasser gelegt, dann in einer Kammer mit Wasserdampf behandelt u. in einem Herde getrocknet	—
„	Carey	Mischung von Seesalz, Kohlenpulver und Oel	Durchbohren des Holzes, Einführen d. Mischung, Verstopfen d. Löcher.
1830	Cte. de Marolles	Einlegen des Holzes in schlammiges Wasser, dann Trocknen desselben	—
Geg. 1831	?	Arsenige Säure	—
Geg. 1831	Robert Stevenson	Imprägniren des Holzes mit Eisenvitriol, Quecksilberchlorid, Creosot	—
1831	Bréant	Eisenvitriol, Leinöl etc.	Das Holz wird in einem vertikalen Cylinder aufgestellt, den man luftleer macht. Dann wird die Flüssigkeit unter stark. Druck eingepresst.
1832	?	Rauch	Das Holz wird dem Rauche von langsam verbrennendem grünen Holze lange Zeit ausgesetzt (Stöckhardt).
„	Sturling-Benson	Quecksilberchlorid	Eintauchen.
„	? 1836 Chevallier	Theer und Abkochung von Tabaksblättern	Anstrich oder Eintauchen.
1833	Fabrik in Chemnitz	Concentr. schweflige Säure	Verkohlung der Oberfläche des Holzes.
„	?	Harz in Fischthran gelöst	Wiederholtes Anstreichen und Reiben (Stöckhardt).
„	?	Kautschuk in fetten Oelen gelöst	Desgl. (Stöckhardt).
„	Gouezon	1. Pulverisirte Ziegelsteine, gelöscht. Kalk etc. 2. Leinöl, Harz und Theer	Anstreichen des Holzes mit der ersten, dann mit der zweiten Masse.
„	Recueil industrielle	Rauch	Das Holz wird eine Woche lang in eine Rauchkammer gelegt.
1834	Strutzki	Eisenvitriollösung	Wiederholte Anstriche od. Einlegen des Holzes in Schichten v. Schwefelkies (Stöckhardt).
1835	Brunel	Asphalt	Anstreichen des bei Wasserbauten benutzten Holzes.

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung
1835	Monteith	Kalkwasser	Eintauchen (Stöckhardt).
„	Moll	Dämpfe von Holztheer und Creosot	Imprägnirung des Holzes mit den Dämpfen in festgeschlossenem Raume.
„	Payen?	Lösung von Harz in Terpentinöl	Imprägnirung des Holzes mit der heissen Lösung.
1836	Bronner	Dämpfe von Holztheer und Creosot	Das in einer Dampfkammer eingeschlossene Holz wird von den Dämpfen, welche comprimirt werden können, durchzogen.
1837	Letellier	Lösung v. Quecksilberchlorid und dann Gelatine	Das Holz wird in die erste Lösung getaucht, getrocknet und dann mit der zweiten angestrichen.
„	Gotthill	Harzige Lösungen, z.B. Theer oder Terpentinöl mit Seesalz	Eintauchen auf 1—2 Stunden in die auf 108—188° erhitzte Lösung mit oder ohne Anwendung von Druck.
„	Dr. Granville	Mutterlaugen der Salinen	Eintauchen.
„	Flocton	Theeröl und holzessigsaures Eisen	Eintauchen (Stöckhardt).
„	Gesellschaft in Annaberg	Wasserglas und Salzsäure	Einlegen des Holzes während 30 Tagen in Wasserglaslösung, dann Einlegen in verdünnte Salzsäure; Waschen, Trocknen und Einreiben mit Oel (Stöckhardt).
„	Dr. Boucherie	Holzessigsaures Blei oder Eisen, Kupfer-, Eisen- oder Zinkvitriol, Quecksilberchlorid, färbende Subst.	Aufsaugen der Lösung durch den lebenden Baum und auch durch Verdrängen des Saftes.
1838	Bethell	Schwere Theeröle. 1853 Metallsalze, Trocknen in heisser Luft und Rauch, Theeren	Das Holz wird in einen Cylinder gestellt und 1. Luftleere herbeigeführt, 2. die Flüssigkeit eingelassen, 3. diese durch eine Druckpumpe comprimirt.
„	Burnett	Zinkchlorid	Eintauchen oder Anwendung des eben beschriebenen Apparats.
„	Ardoin	Kupfersalze, besond. Kupfervitriol	Eintauchen des getrockneten Holzes. Am oberen Ende des Gefässes wird ein Saugapparat aufgestellt.
„	Treffy	Gegenseitig sich zerlegende Salze, z. B. Kupferchlorür und Kalkwasser	Abwechselndes Eintauchen in die Lösungen (Stöckhardt).
1839	Charpentier	Lösungen von Eisenvitriol u. schwefelsaurer Thonerde	Eintauchen des Holzes und nachheriges Trocknen.
„	Aroza	Quecksilberchloridlösung	Eintauchen.
„	Levien	—	Einpressen der conservirenden Flüssigkeit durch Kolben und Schraube.
1840	Carny	Seesalz	—

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung
1840	Fleselle	Substanzen, die sich gegenseitig zersetzen, z. B. Wasserglas und dann verdünnte schwellige Säure	Das Holz wird zuerst gedämpft, dann die Alaun- oder andere Lösung eingeführt, z. Sieden mittelst Dampfes erhitzt und dann der Alaun durch Pottaschelösung zerlegt (Stöckhardt).
1840—64	Prof. Melzens	Theer	Wiederholtes Eintauchen in heissen Theer.
1841	LloydMargary	Kupfervitriollösung	Eintauchen des vorher getrockneten Holzes.
„	Bourdon	Lohe, Gerbsäure	Imprägniren des Holzes mit Abkochung von Lohe.
„	Pons	Lösung von salpetersaurem Eisen, Salpeter, Alaun etc.	Eintauchen (Stöckhardt).
„	Muenzing	Lösung von Manganvitriol, durch Kalk neutralisirt	Eintauchen.
1843	Parkes, dann Passey (1845)	Lösung von Kautschuk in Schwefelkohlenstoff oder Creosot	Anstreichen oder Imprägniren.
„	Earle	Eisen- oder Kupfervitriollösung	Eintauchen.
1844	Burkes	Wasserglas und Eisenvitriol	Das gedämpfte Holz wird erst mit Eisenvitriol, dann mit Wasserglas imprägnirt.
„	Mormot	Alaun, Zink- oder Eisenvitriol	Eintauchen, resp. unter Herstellung eines luftleeren Raumes. Darauf Anstrich mit Asphalt, Theer etc.
„	Tissier	Lösung von Eisen-, Kupfer- oder Zinkvitriol oder Alaun	Trocknen des Holzes und Herstellung eines luftleeren Raumes vor dem Einführen der Lösungen.
1845	De Saint	1. Zinkvitriol od. Zinkchlorid, 2. Schwache Seifenlösung	Imprägniren des Holzes mit beiden Flüssigkeiten nacheinander.
„	Ransome etc.	Wasserglas, durch eine Säure zerlegt	Austreiben der Luft aus dem Holze, Einführen der Wasserglaslösung unter Druck und Eintauchen in eine Säure (Stöckhardt).
„	Fusey u. Pelletier	Theer, Harz oder Fett enthaltende Bäder auf 110 bis 150° erwärmt	Eintauchen des Holzes in das erwärmte Bad.
„	Claudot	Trocknen und Dörren des Holzes	—
„	Sainte-Preuve	Verschiedene antiseptische Flüssigkeiten	Behandeln des Holzes mit Wasserdampf, Einführen der conservirenden Substanzen.
„	Favrin	Siedender Theer mit $^1/_{10}$ Schwefel- oder Salzsäure	Eintauchen des Holzes in die angegebene Mischung.
1846	Levalley-Duperron	Heisser Asphalt	Anstreichen.

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung
1846	De Monicault	Theer, Kalk, Fett, Zinksalz	Das Holz wird in einen verticalen Kessel gelegt, der die angegebenen Substanzen enthält, oder auch Anwendung von Dampf und Druck.
„	Knab	Kupfervitriollösung	Einlegen des Holzes in die auf 60° erwärmte Lösung.
„	Payn	Ablagern von Schwefel in den Poren des Holzes durch Zusammenwirken von Schwefelbarium und Eisenvitriol	Einführen der Lösungen unter Benutzung der Luftleere und des Drucks nach Bréant's Prinzip und Bethell's Dispositionen.
„	Renard-Perrin u. Testud de Beauregard	Färben des Holzes mit Metallsalzen	Einführen der Lösung durch einen Saugapparat.
„	Ador	Abscheiden von Kieselsäure aus alkalischen Silicaten durch flüchtige Säuren	Auftragen mehrerer Schichten der Silicate auf das Holz, zuletzt eine Schicht von schwefelsaurem Baryt. Zuleiten saurer Dämpfe, welche das Abscheiden der Kieselsäure bewirken.
1847	Grenon, Petit	Gegenseitig sich zerlegende Lösungen. Theerhaltige Substanzen	Durchtränken, Reiben mit Bürsten, Anwendung eiserner Cylinder.
„	Waetten und Brochard	1. Chlorcalcium und schwefelsaures Natron. 2. Eisenchlorid etc. 3. Theer, Schieferöl	Das Holz wird gedämpft und mit den beiden ersten Substanzen im luftleeren Raume imprägnirt. Zuletzt Einpressen der theerhaltigen Masse.
„	Busse	Schwefel, Theer, Kalk, feiner Sand	Anstreichen.
„	Fournier Caillot	Lösungen von kohlensaurem Kalk, kohlensaurem Natron, Manganvitriol	Mittelst einer Luftpumpe eingepresst.
„	Millet	Conservirende oder färbende Substanzen	Aussaugen des Saftes durch Einblasen von Dampf, heisser Luft, mittelst einer Druckpumpe.
„	Lafollie	Kupfervitriol	Infiltration.
„	Cox	Erhitzen bis nahe zum Verkohlen, Eintauchen in Theer und Stearinsäure, Zusatz von Arsenik und Queck-silbersublimat	Anwendung der Luftleere und des Drucks.
„	DeWetterstedt, Giberton	Theerhaltige Substanzen (Wetterstedt)	Aussaugen der im Holze enthaltenen Luft (Giberton).
1848	De Gemini	Trocknen des Holzes; Imprägniren mit Metallsalzen und Theer	Benutzung eines dem Bréant'schen ähnlichen Apparates.

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung	
1848	Lecour	Erhitzter Salmiak u. Dämpfe von Holzessig	Ausführung des Imprägnirungsverfahrens in Dampfkammern.	Zum Tödten d. Bohrmuscheln im Seewasser.
„	De Quatrefages	Quecksilberchlorid, Kupfervitriol, salpetersaur. Kupfer	—	
„	Hoëne-Wronski	1. Alaunlösung, 2. Oel, mit Eisenoxyd gesättigt	Einlegen des Holzes während 1—2 Tagen in die erste Lösung, dann Trocknen und Eintauchen in die zweite siedende Lösung.	
„	May	Schweres Theeröl, Creosot	Das Holz wird überhitztem Wasserdampf, dann Wasser- und Creosotdämpfen in einem sehr festen Gefässe ausgesetzt; oder alleinige Anwendung des Creosotdampfes.	Für die Hirnseiten der Eisenb.-schw.
„	Hutin u. Bontigny	Schieferöl, oberflächliches Verbrennen, Theer, Pech, Gummilack	Eintauchen in Schieferöl, Anzünden und Auslöschen in Pech etc.	
„	Violette	Ueberhitzter Wasserdampf	Verkohlung des Holzes.	
„	Baudet	Hohe Temperatur	In einem Ofen auf 80—100° erhitzt.	
„	Brochard	Flüssigkeiten, welche die Bildung eines unlöslichen Eisensalzes bewirken	Maschine zum Aussaugen des Saftes und Einpressen der Lösungen.	
1849	Dickschen	Seesalz, Eisendrehspähne, Theer	Bohren von Löchern in das Holz, Einlegen in die Salzlösung und Theeren.	
1850 (?)	Dr. Wright	—	Trocknen des Holzes, Eintauchen in die conservirende Flüssigkeit.	
1850 (?)	Pollack	Zwei sich zerlegende Flüssigkeiten, Schwefelcalcium und Manganvitriol	Anwendung zweier Cylinder zur Einführung der Flüssigkeit.	
1850	François	1. Zinksalz, 2. Sulfide der Alkali- oder Erdmetalle	Eintauchen des Holzes in die Zinklösung, Abwaschen mit der zweiten Lösung.	
„	Hochgesangt	Verzeichniss verschiedener sich zersetzender Salze	Eintauchen in die betreffenden Salzlösungen.	
1851	Meyer d'Uslar	1. Wasserglaslösung und Borsäure, 2. Wasserglas u. borsaures Natron, Sand	Trocknen des Holzes und Tränken desselben mit den beiden Lösungen. Anstreichen unter Erwärmung des Holzes auf 80—100°.	
„	Schweppe	Gastheer und Sand	Eintauchen in siedenden Theer, Bestreuen mit Sand.	
1852	Videgrain	Asphalt, Kalkpulver, Kiessand	Schmelzen in einem Kessel, der das Holz in horizont. Schichten enthält.	
„	De Fontenay	Fettsäuren, an Metalloxyde gebunden, Schmieröle der Wagen	Eintauchen des Holzes in die bis zum Sieden erhitzten Fette.	
„	Fontenau	Getheerter Filz	Einlegen zwischen Schwelle und Eisenbahnschiene.	

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung	
1853	Dering	Rückstände aus galvanischen Batterien	Einlegen.	
„	Apelt	Schwefelkieshaltige Kohle von Opelsdorf	Bedecken mit der schon efflorescirten Kohle.	
„	Le Chatelier, dann Dessicating Comp.	Trocknen des Holzes und Einlegen in Creosot	Besondere Einrichtungen der Trockenräume.	
1854	Baist	1. Kupfervitriol, 2. Theer, 3. Ankohlen	—	Vergleichende Versuch. mit dies. Mitteln.
1855	Jackson	Mischung von Zinkchlorid und Eisenchlorid	—	
„	Réal	Zinkchlorid und Zinkvitriol, Schwefelbarium, Eisenvitriol etc.	Einpressen der Lösungen mit einer Druckpumpe.	
1856	Barlow	—	Einblasen von Luft in die Hohlräume des Holzes, um das Aufnehmen der Conservirungsflüssigkeit zu erleichtern.	
„	Grasset	Zwei sich zerlegende Mittel: Schwefelcalcium u. Kupfervitriol.	Benutzung der Luftleere, Einpressen der Lösungen durch eine hohe Flüssigkeitssäule.	*
„	Haut de Lassus etc.	1. Schwefelcalcium od. Schwefellithium, 2. Eisenvitriol	Austreiben des Saftes, Imprägniren unter Druck.	
„	Schweppe und Trottier	Pech oder Oel. Eisenvitriol etc.	Ein hoher verticaler Kessel, in welchem das Holz steht, wird mit den conservirenden Substanzen gefüllt und von unten geheizt.	
„	Thellier-Verrier	Cement aus pulverisirten Steinen und kieselsaurem Kali	Anstreichen des Holzes und nach dem Trocknen mehrfaches Eintauchen in kieselsaures Kali.	
1857	Légé Fleury u. Pinonnet	Kupfervitriol	Einführen der Lösung mittelst des verbesserten Bethell'schen Apparates, der ganz aus Kupfer besteht.	P. untersuchte Holz aus d. Hafen des alten Carthago
„	Péligot und Guyon	Meerwasser	—	
1857—67	Lingr. Crépin	Creosot, Kupfervitriol	—	Vergleichende Vers. mit diesen Stoffen.
1858	Vohl	Carbolsaures Natron, Eisenvitriol	Anstrich mit der ersten Substanz: Eintauchen in die zweite.	
„	Engl. Anstrich	Bleiweiss, Bleiglätte, Leim, Leinöl, Terpentinöl	Auftragen mittelst der Mauerkelle.	
1859	Dorsett	Theeröl oder Creosot, Eisenvitriol	Imprägnirverfahren unter Anwendung des luftleeren Raumes.	
„	Dorsett und Blythe	Kupfervitriol	Einführen der Lösung mittelst eines von der kupferhaltigen Flüssigkeit nicht angegriffenen Apparates.	

Jahr	Autor	Angewendete Mittel	Art und Weise der Conservirung	
1859 bis 1864	Niederländ. Akademie der Wissenschaften	Theer, Talg, Harz und gepulvertes Glas	Anstreichen. –	
		Paraffin	Anstreichen.	
		Steinkohlentheer	Mehrere Schichten kalt auftragen.	
		Ankohlen	—	
		Kupfervitriol	Methode von Boucherie.	
		Eisenvitriol	—	
		Essigsaures Bleioxyd	—	
		Wasserglas u. Chlorcalcium	—	
		Theeröl, durch Destillation von Torf gewonnen	—	
		Creosot	—	
1860	Armstrong	—	Bewegl. Maschine für das Imprägniren.	Bemerk. über den Einfluss d. Holzsaftes auf die kupferhaltige Lösung.
„	Fragneau	—	Desgl.	
1861	Petitjean	Kupfervitriol	—	
„	Le Technologiste	Harzige, ölige Substanzen oder Metallsalze etc.	Einführen der Flüssigkeiten in Heizkammern (96—260° C.) unter Einwirkung von überhitztem Dampf	
„	Guibert	Rauch	Der Rauch circulirt um das Holz.	[1] Wahrscheinl. Kupferoxydul.
„	Dingl. Journal	Harz, Kreide, weisser Sand, Leinöl, rothes Kupferoxyd,[1] Schwefelsäure	Anstreichen mit einem Pinsel.	
1862	De Lapparent	Oberflächliche Verkohlung	Verkohlen über einem Gasgebläse.	
„	„ „	Schwefelbarium, Leinöl, Leinölfirniss	Anstreichen.	
1862 (?)	De Robert	Rouener Weiss, Leinöl	Anstreichen.	Versuche über Conservirung.
1862	Rottier	Schwere Theeröle	—	
„	A. Forestier	Desgl.	Benutzung einer der Bethell'schen ähnlichen Maschine.	
1863	Fumet Dejort	Concentrirte Lösung von Seesalz	Eintauchen.	
1864	Hugon	Oberflächliche Verkohlung	Neuer Apparat zur Ausführung der Operation unter Benutzung comprimirter Luft.	
1865	Cochinchinesisches Verfahren	Harzige Substanzen	—	
1869	Büttner & Möhring	Dämpfe und Zinkchlorid	Unter Druck.	
„	Sigmund Bee	Borax	Imprägniren.	
1873	Hatzfeld	Gerbsaures Eisen	Imprägniren.	
„	Hochberger	Petroleum	Anstreichen (gegen Hausschwamm).	
1875	Treutler	Steinkohlentheeröl	—	
„	Münzing	Manganvitriol	—	
1876	M. Rössler	Essigsaures Zinkoxyd	—	

Schon im ersten Theile unseres Werkes haben wir an der Hand eines Berichtes von Ingenieur Moser die Wichtigkeit der Conservirung des Holzes dargethan und kommen auf diese Frage hier noch einmal zurück. Trotz der günstigen Erfolge verschiedener Imprägnirmethoden und der daraus resultirenden pecuniären Ersparnisse haben sich bis in die neueste Zeit Eisenbahnverwaltungen noch nicht veranlasst gesehen, die Holzconservirung in ihrem Ressort zur Anwendung zu bringen. Von den sämmtlichen Eisenbahnschwellen Deutschlands und Oesterreich-Ungarns (etwa 60 Millionen Schwellen) werden mehr als die Hälfte im nicht imprägnirten Zustande dem Boden und damit einer raschen Verderbniss überliefert, obgleich durch 30jährige Erfahrung der positive Beweis geliefert ist, dass durch geeignete Imprägnirungsmethoden die Dauer der Hölzer so erheblich gesteigert werden kann, dass daraus ein wesentlicher pecuniärer Vortheil für die Eisenbahnverwaltungen entspringt. Als Beweis führen wir folgende Zusammenstellungen an: Auf der Techniker-Versammlung in Dresden 1865 wurde die Dauer der nicht imprägnirten und der auf eine gute Art imprägnirten Schwellen abgeschätzt wie folgt:

Holzart	Mittlere Dauer in Jahren	
	natürlich	imprägnirt
Eiche	14—16	20—25
Kiefer	7—8	12—14
Tanne oder Fichte	4—5	9—10
Buche	$2^1/_2$—3	9—10

Auf der Techniker-Versammlung in München 1868 wurden aus den Nachweisen von über 30 Bahnverwaltungen folgende Procentzahlen der Auswechselung der Schwellen nach 13jährigem Liegen in dem Bahnkörper ermittelt.[1]

Auswechselung	Eiche		Kiefer		Tanne		Buche	
	nat.	imp.	nat.	imp.	nat.	imp.	nat.	imp.
nach 5 Jahren	4,5	0,2	13,6	1,6	48,8	28,3	100	4,3
„ 7 „	10,6	0,8	37,3	3,2	93,4	48,7		10,8
„ 10 „	31,1	3,5	67,6	11,6				11,5
„ 13 „	34,9	12,1	100	41,8				25

[1] Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. Bd. I. S. 182.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass die Dauer der nicht imprägnirten zu den imprägnirten sich beim Eichenholz wie 1:3 und beim Kiefernholz wie 2:5 verhält.

Obwohl alle diese statistischen Nachweise noch nicht vollständig vorhanden und kritisch gesichtet sind, so ist doch daraus der Schluss zu ziehen, dass durch die Conservirung das Holz eine bedeutend grössere Dauerhaftigkeit erlangt. Die Düsseldorfer Techniker-Versammlung kam zu folgenden Ergebnissen:

„Durch Imprägniren ist eine längere Dauer der Schwellen zu erreichen. Als geeignete Mittel hierzu werden Zinkchlorid und creosothaltige Lösungen in erster Reihe, Kupfervitriol und Quecksilbersublimat mit Rücksicht auf die höheren Kosten und die der Verwendung entgegenstehenden Schwierigkeiten erst in zweiter Reihe empfohlen."

Noch klarer als aus den bisherigen statistischen Zahlennachweisen erhellt die Zweckmässigkeit des Imprägnirens aus einer graphischen Uebersichtstabelle, in welcher Geheimrath Funk die Resultate der früher mitgetheilten und einiger anderen Tabellen zusammenstellt. Die Abscissen stellen die Jahre vor, die Ordinaten geben die Zahl der ausgewechselten Schwellen in Procenten des ursprünglichen Bestandes an. So mussten z. B. nach etwas mehr (etwa 1 Monat) als drei Jahren von den nicht imprägnirten Buchenschwellen schon 40 Procent der Schwellen ausgewechselt werden, und nach Ablauf des vierten Jahres war keine einzige mehr davon übrig, während von den auf der Strecke Oberhausen-Arnheim gelegten mit Creosot imprägnirten Buchenschwellen nach 20 Jahren erst 47 Procent ausgewechselt, also noch 53 Procent im Gebrauch waren.

Als mittlere Dauer der nicht imprägnirten Schwellen auf den deutschen und österreichischen Eisenbahnen hat sich bis jetzt ergeben:

für	eichene Schwellen	= 13,6	Jahre
„	kieferne „	7,2	„
„	fichtene „	5,1	„
„	buchene „	3,0	„

Wie früher bereits mitgetheilt, ergab sich die mittlere Dauer der auf rationelle Weise unter kräftigem Druck mit Zinkchlorid oder Creosot imprägnirten Schwellen

		Längere Dauer
für eichene Schwellen =	19,5 Jahre	5,9 Jahre
„ kieferne „	14—16 „	6,8—8,8 „
„ fichtene „	8—10 „	2,9—4,9 „
„ buchene „	15—18 „	12—15 „

Die mittlere Dauer von 831,341 Stück Kieferschwellen, welche auf 13 deutschen Bahnen auf sehr verschiedene Weise imprägnirt worden sind, ist zu 14.0 Jahren berechnet. Um die pecuniäre Ersparniss zu demonstriren, stellte Funk[1] folgende Kostenberechnung auf:

Eine nicht imprägnirte Eichenschwelle kostet 4,00 Mark
„ „ „ Kiefernschwelle } „ 2,50 „
„ „ „ Tannenschwelle }

Kosten der Imprägnirung incl. Verzinsung und Amortisation der Imprägniranstalten, sowie des Mehrtransports, berechnet

auf eine Eichenschwelle . . . . . 0,50 Mark
„ „ Kiefern- und Tannenschwelle 0,60 „

Die nicht imprägnirten 15 Millionen Eichenschwellen à 4 Mark pro Stück haben 60 Millionen Mark gekostet und repräsentiren bei einer mittleren Dauer von 13,6 Jahren eine jährliche Abnutzung von

$$\frac{60\,000\,000}{13{,}6} = 4\,410\,000 \text{ Mark.}$$

Die nicht imprägnirten 20 Millionen Kiefern- und Tannenschwellen à 2,50 Mark haben 50 Millionen Mark gekostet und repräsentiren bei einer mittleren Dauer von 6,1 Jahren eine jährliche Abnutzung von 8 190 000 Mark.

Die nicht imprägnirten 35 Millionen Schwellen kosten demnach an jährlicher Unterhaltung

4 410 000 Mark
+ 8 190 000 „
Summa 12 600 000 Mark.

Wären diese Schwellen in rationeller Weise imprägnirt gewesen, so würden die 15 Millionen Eichenschwellen à 5,50 Mk. = 67 500 000 Mk. gekostet haben und bei einer mittleren Dauer von 19,5 Jahren eine jährliche Abnutzung von 3 460 000 Mark repräsentiren, während die 20 Millionen Kiefern- und Tannenschwellen à 3,1 Mk. 62 000 000 Mk. gekostet und bei einer mittleren Dauer von 12 Jahren an Erneuerung 5 400 000 Mark jährlich gekostet haben würden.

---

[1] Funk, Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 68.

Hiernach betragen die Erneuerungskosten der nicht imprägnirten 35 Millionen Schwellen jährlich . . . . . 12 600 000 Mark, während die Erneuerung derselben, wenn sie imprägnirt gewesen wären,

	3 460 000 Mark	
	+ 5 400 000 „	
Summa	8 860 000 Mark	8 860 000 „

betragen haben würde. Durch das Imprägniren dieser Schwellen würden demnach jährlich . . . 3 740 000 Mark gespart worden sein.

Für imprägnirte Buchenschwellen hat Claus[1] die Ersparniss an Unterhaltungskosten berechnet, und es zeigt sich, dass sich hier die Resultate noch viel günstiger stellen.

In der Zeit von 1852—58 wurden 301 124 imprägnirte Buchenschwellen gelegt und davon waren

30 862	Schwellen	mit	Creosot,
113 667	„	„	Zinkchlorid,
117 051	„	„	Kupfervitriol,
und 39 744	„	„	Schwefelbarium und Eisenoxydul

behandelt.

Die von der Köln-Mindener-Bahn 1854 gelegten, mit Creosot imprägnirten Schwellen erwiesen sich nach 13 Jahren als sehr gut conservirt, indem nach diesem langen Zeitraum erst 6,6 Procent der ursprünglich gelegten Schwellen ausgewechselt waren. Die durchschnittliche Gesammtdauer dieser Schwellen wird von Funk[2] zu 17,8 Jahren berechnet. Von den auf der Hannöverschen Bahn gelegten, mit Chlorzink imprägnirten 81 002 Buchenschwellen waren nach 13 1/2 Jahren 25,5 Proc. mit einer Durchschnittsdauer von 11,1 Jahren ausgewechselt, nach 17 1/2 Jahren war die Auswechselung auf 87,4 und die Durchschnittsdauer der ausgewechselten Schwellen auf 14,2 Jahre gestiegen; die Durchschnittsdauer sämmtlicher ausgewechselten Schwellen betrug 14.8 Jahre. Von den auf der Braunschweigischen Bahn verlegten, mit Chlorzink getränkten Buchenschwellen waren nach 9 Jahren erst 5,5 Procent ausgewechselt, während die 4557 Schwellen der Köln-Mindener Bahn nur eine Durchschnittsdauer von 6 Jahren erreichten und die ohne Anwendung von Druck mit Chlorzink behandelten Buchenschwellen der hessischen Nordbahn sich nicht bewährten. Als unbefriedigend wird auch das Resultat be-

[1] Glaser's Annalen. 1883. Bd. 2. S. 7.

[2] Funk, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1876. 221. 186.

zeichnet, welches mit den mit Kupfervitriol und den mit Schwefelbarium conservirten Buchenschwellen erzielt worden ist. Dieselben mussten nach 4 bis 5 Jahren grösstentheils wieder aus dem Geleise entfernt werden. Die finanziellen Ersparnisse ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

Die Zahl der auf sämmtlichen deutschen Bahnen verwendeten Buchenschwellen betrug im Jahre 1880 656 276 Stück. Wenn wir den Preis einer rohen Buchenschwelle zu 3,35 Mark, die Kosten des Imprägnirens derselben zu 0,50 Mark, die mittlere Dauer der nicht imprägnirten Schwellen zu 3 Jahren, die der imprägnirten zu 16,5 Jahren annehmen, so berechnet sich der Ankaufspreis obiger Anzahl Schwellen:

656 276 Stück rohe Buchenschwellen à 3,35 Mk.		=	2 198 625 Mark
Die jährliche Abnutzung derselben zu	$\frac{2\,198\,625}{3}$		732 875 „
Die Kosten für 656 276 imprägnirte Buchenschwellen à 3,85 Mk. betragen			2 526 663 „
Die jährliche Abnutzung derselben	$\frac{2\,526\,663}{16,5}$	=	153 131 „
Folglich beträgt die durch das Imprägniren von 656 276 Schwellen erzielte Ersparniss 732·875 — 153,131 Mark,			579 744 Mark

oder 0,88 Mk. jährliche Ersparniss pro Schwelle.

An dieser Stelle wollen wir kurz auf Grund der vorliegenden Zahlenangaben die Frage erörtern, welche Holzarten für Schwellen sich in Betreff der Imprägnirung am ökonomischsten erweisen.

Aus den vorhergehenden Berechnungen ergiebt sich, dass die Ersparniss imprägnirter gegenüber den nicht imprägnirten Schwellen unter Annahme der in obigen Berechnungen zu Grunde gelegten Zahlen

für Eichenschwellen	pro Jahr und Stück	=	6,37 Pfg.
„ Kiefern- u. Tannenschwellen	„ „ „ „		13,95 „
„ Buchenschwellen	„ „ „ „		88,34 „

ergiebt.

Daraus erhellt unmittelbar, dass die Verwendung imprägnirter Buchenschwellen in ökonomischer Beziehung sich weitaus am meisten empfiehlt.

Fragen wir weiter, welche Conservirungsmethode sich als die geeigneste erwiesen, so lautet die Antwort: Es giebt keine Methode, die für alle Zwecke gleich brauchbar ist, sondern je nach der beabsichtigten Verwendung des Holzes muss bald dieser, bald jener Conservirungsmethode der Vorzug gegeben werden. Wir werden im

Folgenden die für specielle Zwecke am besten sich eignenden Methoden hervorheben. Da, wo es sich zum Zwecke der Conservirung um die Durchtränkung des Holzes mit einer Flüssigkeit handelt, wird diese Operation am besten unter kräftigem Druck ausgeführt. Diese Art der Imprägnirung kommt immer allgemeiner in Aufnahme, während die Imprägnirung durch Kalteinlegen oder Kochen im Bade wegen der ungünstigen Resultate, welche sie ergeben, mehr und mehr verlassen werden.

Zur Conservirung der Eisenbahnschwellen, dem wichtigsten Theile der Conservirungsfrage überhaupt, sind bisher die folgenden Verfahrungsweisen in Anwendung gekommen.[1]

	Bezeichnung der Imprägnirungs-methoden	Anzahl der Eisenbahn-verwaltungen, welche die verschiedenen Methoden anwendeten		
		1865	1868	1877
1.	Kupfervitriol	15	6	5
2.	Eisen- und Zinkvitriol	1	—	—
3.	Schwefelbarium u. Eisenoxydul	2	—	—
4.	Quecksilbersublimat	3	6	8
5.	Zinkchlorid	8	7	20
6.	Creosot	4	5	13
7.	Zinkchlorid und Creosot gemischt	—	—	4

Von diesen verschiedenen Methoden kommen jedoch praktisch in Betracht nur die Methoden:

1. Kupfervitriol,
4. Quecksilbersublimat,
5. Zinkchlorid,
6. Creosot.

Zinkchlorid und Creosot liefern gleich gut conservirte Schwellen.[1] Da jedoch das Imprägniren mit Creosot etwa drei Mal soviel kostet wie das Imprägniren mit Zinkchlorid, so gebührt dieser letzteren Substanz unstreitig der Vorrang vor allen anderen. Auf Bahnen von geringerem Betrieb, wo man umständliche Apparate zu vermeiden wünscht, dürfte das Einlaugeverfahren mittelst Quecksilberchlorid anzurathen sein: doch wenden auch einige grössere Bahnen, z. B. die

[1] Funk, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. S. 69.

Badische Bahn, das Kyanisirungsverfahren an und sind mit demselben durchaus zufrieden.

Die Verwendung von Kupfervitriol zum Durchtränken des Holzes ist im Zurückgehen begriffen

a) wegen der ungünstigen Resultate, die damit erzielt wurden. Die Gründe für diese ungünstigen Resultate sind: Durch Einlaugen oder unter schwachem hydrostatischen Druck wird die Imprägnirung nur oberflächlich, und, wie bereits früher erwähnt, zeigen die mit Kupfervitriol imprägnirten Hölzer in kalkhaltigem Boden nur eine geringe Dauerhaftigkeit;

b) weil er im Einkauf ca. vier Mal so theuer ist wie Zinkchlorid,

c) weil das Boucherie'sche Kupfervitriolverfahren, wie ebenfalls schon erwähnt, sich nur an Ort und Stelle mit unbehauenen, frischgefällten Stämmen ausführen lässt, was begreiflich seiner Verbreitung sehr im Wege steht.

Die Methode, Kupfervitriollösung unter Hochdruck zu imprägniren, welche die Verwendung eiserner Gefässe nicht gestattet, ist wegen der complicirten und theueren Apparate bald wieder verlassen worden.

Im Nachfolgenden geben wir ein Referat über den auf der Eisenbahn-Techniker-Versammlung gehaltenen Vortrag über die Frage:

Welche Schwellen-Imprägnirungsmethoden werden von den einzelnen Eisenbahnverwaltungen des Deutsch-Oesterreichischen Verbandes angewendet und welche Erfahrungen sind dabei gesammelt worden?

1) Auf der Altona-Kieler Bahn werden die Schwellen in hölzernen Bottichen in Zinkchlorid erhitzt und bleiben beim Abkühlen mindestens 24 Stunden darin liegen. Ueber Stärke der Lösung und die Erfolge dieser Imprägnirung sind Angaben überall nicht gemacht.

2) Auf der Badischen Bahn werden die Schwellen — mit Ausnahme einer kurzen Unterbrechung — seit Beginn des Bahnbaues im Jahre 1838 mit Quecksilbersublimat imprägnirt und werden nach Angabe der Verwaltung die Resultate nach den dortigen Erfahrungen von keinem anderen Verfahren in solchem Masse übertroffen, dass die Einführung einer anderen Imprägnirungsmethode angezeigt wäre.

Allgemein giltige Angaben über die Dauer der kyanisirten Schwellen können von der Verwaltung der Badischen Bahnen nicht

---

[1] Funk, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1880. Bd. XVII. S. 68.

gemacht werden, da diese zu sehr von der Qualität des Holzes, der mit der Grösse des Verkehrs zunehmenden mechanischen Abnutzung, der Beschaffenheit der Unterbettung etc. abhängig sei. — Als ungefähre Durchschnittszahlen für den älteren Theil der Bahnen können für die Dauer der eichenen Schwellen 18 bis 20 Jahre und für die tannenen und föhrenen 10 bis 12 Jahre angenommen werden.

3) Auf den Bayerischen Staatsbahnen wurden bisher

a. boucherirte Kiefernschwellen,
b. kyanisirte Fichten- und Tannenschwellen,
c. creosotirte Fichtenschwellen

verwendet.

Der Splint der nach Boucherie's Methode mit schwefelsaurem Kupferoxyd imprägnirten Schwellen widersteht zwar der Fäulniss, wird aber spröde, und fressen sich die Schienenfüsse, die Fasern zerreibend, rascher in die Schwellen ein als bei nicht imprägnirten Schwellen, und tritt ausserdem, in nicht ganz trockenen oder in wasserundurchlässigen Untergrund eingelegt, eine Stockung des unimprägnirt bleibenden Kernholzes ein. Kiefernschwellen, welche in dieser Beziehung günstig lagen und vor dem Safteintritte gefällt waren, zeigten eine mittlere Dauer von 15 Jahren, während boucherirte Schwellen aus zur unrechten Zeit gefälltem Föhren- oder Fichtenholze durch Kernfäule schon nach 3—5 Jahren unbrauchbar wurden. Die Ansicht, dass die unzeitige Fällung des Holzes die Ursache der Kernfäule sei, ist, wie früher schon ausgeführt, unrichtig.

Eine Auswechselung der seit dem Jahre 1868 mit Quecksilbersublimat imprägnirten Schwellen fand nur in Folge mechanischer Abnutzung, der des Reissens, nicht wegen Fäulniss statt.

Creosotirte Schwellen sind erst seit dem Jahre 1874 verwendet, und liegen über solche daher keine genügenden Erfahrungen vor.

4) Auf der Bergisch-Märkischen Bahn werden gegenwärtig die Schwellen mit Creosot imprägnirt.

Während nicht imprägnirte Schwellen aus Eichenholz nach 10 Jahren und oft in viel kürzerer Zeit ausgewechselt werden müssten, dürfte für die mit Creosot imprägnirten Schwellen eine Dauer von 15 bis 16 Jahren angenommen werden.

5) Auf der Berlin-Anhaltischen Bahn werden erst seit dem Jahre 1874 die Schwellen mit Zinkchlorid, mit carbolsäurehaltigem Theeröl, neuerdings auch mit einer Mischung aus beiden imprägnirt. Erfahrungen liegen daher auf dieser Bahn bis jetzt nicht vor.

6) Auf der Berlin-Dresdener Bahn sind imprägnirte Schwellen nicht verwendet.

7) Auf der Berlin-Görlitzer Bahn werden die Eichenschwellen ungetränkt verwendet, die kiefernen Schwellen seit 3 Jahren mit Zinkchlorid imprägnirt.

8) Auf der Berlin-Hamburger Bahn sind die Schwellen in früherer Zeit mit Kupfervitriol resp. Zinkchlorid imprägnirt und wird als Erfahrung angegeben, die Dauer der Schwellen sei dadurch so verlängert worden, dass ein pecuniärer Vortheil daraus erwachsen sei. Bei Schwellen auf Untergrund, der die Schwammbildung befördere, sei auch bei imprägnirten Schwellen eine solche Schwammbildung eingetreten, und habe man in neuerer Zeit Versuche mit einem neuen Imprägnirungsmittel, Antisepticum genannt, angestellt, über welche Erfahrungen noch nicht vorlägen.

9) Auf der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn erfolgt die Imprägnirung der kiefernen Schwellen durch Einlegen in eine Auflösung von Kupfervitriol auf kaltem Wege, und ist man dort mit dem Resultate zufrieden. Die Schwellen erreichen in den Gleisen ein Alter bis zu 16 Jahren und mehr. Dieses Resultat ist ganz auffallend und steht mit vielen Erfahrungen in Widerspruch.

Nach den auf den neueren Strecken gemachten Aufzeichnungen ist bei den imprägnirten kiefernen Schwellen innerhalb 5 Jahren in Folge mechanischer Abnutzung (Spalten und Reissen) ein Ersatz von 0.67 Proc. der ursprünglich eingelegten Anzahl erforderlich gewesen.

10) Auf der Berlin-Stettiner Bahn sind im Jahre 1858 kieferne Schwellen mit Kupfervitriol imprägnirt; in neuerer Zeit wendet man die Imprägnirung mit carbolsäurehaltigem Zinkchlorid an. Erfahrungen werden nicht angegeben.

11) Bei den Braunschweigischen Bahnen ist das seit dem Jahre 1852 eingeführte Verfahren, nach welchem die Schwellen mittelst eines pneumatischen Apparates unter Anwendung einer verdünnten Lösung von Zinkchlorid imprägnirt werden, noch jetzt mit gutem Erfolge in Gebrauch.

Ueber die Auswechselung der Schwellen sind Erfahrungen nicht mitgetheilt.

12) Auf der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Bahn werden die Kiefernschwellen nach vorherigem Dämpfen mit Zinkchlorid unter einem Drucke von $6^3/_4$ Atmosphären Ueberdruck nach dem System Burnett imprägnirt. Die Eichenschwellen werden nicht imprägnirt. — Nach den bisherigen allerdings noch nicht ziffermässig nachweisbaren Erfahrungen bleibt es unentschieden, ob kieferne imprägnirte Schwellen eine grössere Dauer haben als unimprägnirte eichene Schwellen.

Bei weitem die grösste Mehrzahl der Schwellen musste wegen Fäulniss ausgewechselt werden, nur ein geringer Procentsatz (2—4 Procent der Gesammtzahl) ging durch mechanische Abnutzung (Zernageln) namentlich in den Curven zu Grunde.

13) Auf den Reichs-Eisenbahnen in Elsass-Lothringen werden die Schwellen nach Trocknen im Trockenofen und Evacuation mit Creosotöl unter Hochdruck imprägnirt. Die Erfahrungen sind dort noch zu kurz, um Resultate angeben zu können.

14) Die Königliche Eisenbahndirection zu Frankfurt a. M. giebt an, die zur Verwendung gekommenen Kiefernschwellen seien mit Quecksilbersublimat imprägnirt und habe eine Auswechselung der seit 1866 liegenden Schwellen nur in Folge mechanischer Abnutzung, nicht in Folge von Fäulniss stattgefunden.

Von den 11 Jahre auf der Bahnstrecke Hanau-Wächtersbach liegenden, mit Quecksilbersublimat imprägnirten Schwellen seien in Folge mechanischer Abnutzung 10 Procent und durch Fäulniss ca. 4 Procent ausgewechselt.

15) Die Königliche Eisenbahndirection zu Hannover giebt an, auf den Hannoverschen Staatsbahnen seien die Holzschwellen (alle seit 1851, versuchsweise seit 1847) mit Zinkchlorid imprägnirt. Die Imprägnirung erfolgt nach vorheriger Dämpfung und darauf folgender Verdünnung der Luft in den Imprägnirungskesseln unter einem Drucke von 8 Atmosphären.

Die zur Imprägnirung dienende Flüssigkeit ist Zinkchlorid mit 25 Procent metallischem Zinkgehalt im Verhältniss 1:59 mit Wasser verdünnt.

Ueber die Erfolge dieser seit 26 Jahren durchgängig angewandten Imprägnirung der Schwellen wird angegeben, dieselbe habe sich bewährt, die Dauer der Schwellen würde beträchtlich erhöht; eine Auswechselung derselben finde fast nur in Folge mechanischer Abnutzung statt.

16) Auf der Hessischen Ludwigsbahn werden die Schwellen theils mit Quecksilbersublimat, theils mit Creosotöl imprägnirt. Nach den dortigen Erfahrungen soll sich die erstere Methode für eichene, die letztere Methode für kieferne Schwellen bewährt haben.

Von den im Jahre 1876 ausgewechselten Schwellen berechnet sich die durchschnittliche Dauer

a)	von	2471	kyanisirten eichenen Schwellen	=	12,11 Jahre,
b)	„	1838	creosotirten „ „	„	12,01 „
c)	„	409	kyanisirten kiefernen „	„	9,23 „
d)	„	1189	creosotirten „ „	„	11,19 „

17) Köln-Mindener Bahn. Die Schwellen für die Bahnen der Köln-Mindener-Eisenbahngesellschaft sind, abgesehen von kleineren Versuchen, in den Jahren 1849 bis 1867 durchgängig mit Creosot und seit 1868 sämmtlich mit Zinkchlorid imprägnirt und zwar mit beiden Stoffen in geschlossenen Kesseln unter einem Drucke von 7—8 Atmosphären.

Bei dem gegenwärtig in Anwendung befindlichen Imprägniren mit Zinkchlorid werden die Schwellen zunächst bei 3—4 Atmosphären Dampfdruck gedämpft und dadurch ausgelaugt, das condensirte Wasser und der ausgelaugte Saft werden ausgelassen, dann wird der Kessel auf 20—24 Zoll Quecksilbersäule leergepumpt, die Imprägnirflüssigkeit (Zinkchlorid mit 50facher Verdünnung mit Wasser) eingelassen und 3—4 Stunden unter einem Drucke von 7—8 Atmosphären erhalten.

Die Erfahrungen, welche auf den Köln-Mindener Bahnen mit den imprägnirten Schwellen gemacht wurden, sind durchaus günstige, wie solches auf der folgenden Tabelle hervorgeht.

Man ist 1868, als der Bau der Venlo-Hamburger Bahn begonnen wurde, von Creosot zu Zinkchlorid übergegangen, weil namentlich auf den benachbarten Hannoverschen Bahnen mit den Schwellen, welche mit Zinkchlorid imprägnirt waren, ein etwa ebenso günstiges Resultat erzielt war wie auf der Köln-Mindener Bahn mit creosotirten Schwellen, während das Imprägniren mit Creosot etwa das dreifache kostete wie das Imprägniren mit Zinkchlorid.

Die Zahl der ausgewechselten mit Creosot imprägnirten Schwellen hat nach Procenten des ursprünglichen Bestandes betragen:

In dem Zeitraume vom 1. bis einschliesslich des	Eichen 67 678 Stück eingelegt 1854	Buchen 21 440 Stück eingelegt 1855
14. Jahres	12.79	20.05
15. „	16.94	22.49
16. „	21.82	24.48
17. „	26.03	28.09
18. „	30.99	31.89
19. „	36.72	44.97
20. „	—	46.91

Die Zahlen sind für die letzten und die folgenden Jahre nicht ganz zuverlässig, da es nicht mehr angängig war, die ursprünglich

eingelegten von den später zum Ersatz eingelegten Schwellen zu unterscheiden.

Ueber die Auswechselung der Schwellen in Folge mechanischer Abnutzung und Fäulniss werden die folgenden Erfahrungen mitgetheilt. Auf den frequentesten Bahnstrecken, auf denen täglich 1500 bis 1900 Achsen auf jedem Gleise befördert werden, ist der Procentsatz der Schwellen, welche durch mechanische Abnutzung (Einfressen des Schienenfusses, Zerspalten durch wiederholte Nagelung u. s. w.) unbrauchbar werden, dem wegen Fäulniss ausgewechselter Schwellen gegenüber ein sehr hoher, bis zu 72 Procent.

Dieser Procentsatz nimmt mit der Frequenz ab und ist in den Nebengleisen sehr gering. Das Imprägniren hat auf den Grad der mechanischen Abnutzung einen wesentlichen Einfluss, da die rascher in Fäulniss übergehenden Schwellen auch rascher mechanisch abgenutzt werden. Von Buchenschwellen, welche nicht imprägnirt nach 3 bis 4 Jahren schon einen Schienennagel nicht mehr festhalten, liegen nach 20 Jahren — allerdings vorzugsweise in Nebengeleisen — noch 63 Proc. als brauchbar in der Bahn, während auf anderen Strecken in Hauptgleisen von den Buchenschwellen nach 20 Jahren noch 28 Procent als brauchbar in der Bahn liegen. Wir theilen hier noch einen besonderen Bericht über die Auswechselung der Schwellen auf der Köln-Mindener Bahn mit.[1])

Es wurden im Jahre 1876 zur Auswechselung der schadhaften Schwellen 69939 Stück neue Schwellen, und zwar 56123 eichene und 12676 kieferne Schwellen, sowie ausserdem 1140 Stück eichene Weichenschwellen verwendet. Bei einem Bestande von 2221368 Stück (ausschliesslich der von der genannten Gesellschaft nicht zu unterhaltenden Bahnstrecken Minden-Landesgrenze und Emmerich-Landesgrenze, sowie der Zechenbahnen, Kiesbahnen etc.) giebt dieses einen Verbrauch von 3,15 Procent. Dieser Verbrauch betrug im Jahr 1875 = 76625 Stück = 3,50 Procent.

Die im Jahre 1876 neu verlegten Schwellen wurden sämmtlich im Zinkchlorid imprägnirt, und betrugen die Kosten des Imprägnirens einer Schwelle durchschnittlich 0,31 Mark. Die durchschnittlichen Kosten der Schwellen einschliesslich des Imprägnirens betrugen pro Stück Eichenschwelle 5,68 Mark, pro Stück Kiefernschwelle 3,86 Mark und einer eichenen Weichenschwelle 9,65 Mark.

Das Speciellere über die Auswechselung der Schwellen auf den einzelnen Bahnstrecken, deren durchschnittliches Alter etc. geht aus der nachstehenden Zusammenstellung hervor.

---

[1]) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1877. Bd. XIV. S. 249.

Bezeichnung der Bahnstrecken		Jahr der ersten Einlegung	Gesammtzahl der vorgelegten Schwellen		Es wurden ausgewechselt bis Ende 1875		Es wurden ausgewechselt im Jahre 1876		Mittleres Alter der 1876 ausgewechselten Schwellen in Jahren		Im Jahre 1876 sind Procente des Bestandes ausgewechselt	
			Eichen Stück	Kiefern Stück	Eichen Stück	Kiefern Stück	Eichen Stück	Kiefern Stück	Eichen	Kiefern	Eichen	Kiefern
Köln-Mindener-B. Betr.-Insp.	I.	1845	642051	156329	—	—	15314	4215	17.0	14.7	—	—
	II.	1846			—	—	7542	769	14.0	12.0	5.51	3.48
	III.	1847			—	—	12527	468	12.0	11.0	—	—
Oberhausen - Emmerich		1856	69592	21277	24637	141	6751	11	20.0	7.0	9.70	0.05
Emscherthalbahn		1872/5	12374	50582	—	—	—	204	—	3.0	—	0.4
Venlo-Hamburger Bahn:												
a) von Venlo nach Wesel		1874	33652	33130	—	—	—	—	—	—	—	—
b) von Wesel nach Haltern		1873	1719	44628	—	—	—	—	—	—	—	—
c) von Wanne nach Münster		1869	11776	83978	49	173	7	128	7.0	7.0	0.1	0.2
d) von Münster nach Osnabrück		1870/1	7160	65646	—	90	20	131	6.0	6.0	0.03	0.2
e) von Osnabrück-Brem. n. Sagehorn		1872	9344	182666	—	2	3	51	3.0	4.0	0.03	0.3
f) von Sagehorn bis Hamburg		1872/5	68269	102154	—	8	16	4	3.0	3.0	0.02	0.01
Köln-Giess. Bahn:												
a) Deutzenfeld-Betzdorf		1858/60 u. 1874/5	68424	142224	45471	30540	3746	3206	12.7	12.4	5.5	2.3
b) Betzdorf-Siegen		1860	26772	2776	15193	1571	2409	254	11.7	14.0	9.0	9.2
c) Betzd.-Giessen		1861, 70/5	122045	92029	25570	3098	5417	360	12.1	6.0	4.4	0.4
Summa:		—	1073178	977419	—	—	53752	9801	—	—		
Dazu im Vorstehenden nicht enthaltene:												
a) Buchen, mit Creosot imprägn.:		1856/62	16186		—		2029		16.3		12.5	
b) Verschiedene, nicht imprägnirte Nebengeleise etc.		—	26495		—		3217		—		12.0	
c) Weichenschwellen, Eichen imprägnirt:		—	128090		—		1140		—		0.9	
Summa:			2221368		—		69939		—			

(Aus dem Gesch. Bericht der Köln-Mindener Eisenb. pro 1876.) Organ für d. Fortschr. des Eisenbahnwesens von 1877. B. XIV. S. 249.

18) Auf der Main-Neckar-Bahn sind die Schwellen aus hartem und weichem Holze mit Quecksilbersublimat imprägnirt und hat sich diese Methode dort gut bewährt, doch ist darauf zu halten, dass die Hölzer hinreichend lange in der Lösung liegen und vor der Verwendung gehörig getrocknet werden.

Weitere Erfahrungsresultate wurden nicht mitgetheilt.

19) Auf der Main-Weser-Bahn werden die Schwellen nicht imprägnirt, doch wird empfohlen, die Schwellen in Wasser auszulohen oder an der Luft gut auszutrocknen.

20) Auf der Muldenthalbahn werden die Schwellen nach Burnett's Methode in Zinkchlorid von 3^0 Beaumé imprägnirt.

Erfahrungen liegen dort noch nicht vor.

21) Auf der Nassauischen Staatsbahn sind die Eichenschwellen der älteren Strecken zu $^3/_5$ mit Quecksilbersublimat imprägnirt, wobei für eine Schwelle 8,0 Gramm verbraucht wurden, die übrigen $^2/_5$ sind nicht imprägnirt. Die nicht imprägnirten Schwellen haben eine mittlere Dauer von 10 Jahren, die imprägnirten eine solche von 15 Jahren gezeigt.

22) Auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn kommen zur Zeit durchgängig eichene Schwellen, welche mit creosothaltigem Theeröl imprägnirt sind, zur Anwendung.

Resultate über den Erfolg werden nicht mitgetheilt.

23) Oberhessische Eisenbahn. Die auf den Oberhessischen Bahnen verwendeten Eichenschwellen sind nicht imprägnirt, die Kiefern- und Tannenschwellen dagegen kyanisirt, d. h. durch einfaches Einlaugen mit Quecksilbersublimat imprägnirt. Während eines $6^1/_2$-jährigen Betriebes sind von den imprägnirten Kiefernschwellen 0,32 Procent des ursprünglichen Bestandes, von den nicht imprägnirten Eichenschwellen dagegen 8,17 Procent ausgewechselt.

24) Königl. Preussische Ostbahn. Auf der Königl. Preuss. Ostbahn sind bis zum Jahre 1860 die kiefernen Schwellen theils mit Kupfervitriol, theils mit Zinkchlorid imprägnirt.

Darauf ging man zum Imprägniren mit Creosotöl über, wobei pro Schwelle 20 kg. Creosotöl gebraucht wurden, und für die neuen im Bau begriffenen Bahnen werden grösstentheils kieferne mit Zinkchlorid imprägnirte Schwellen verwendet.

Das Imprägniren von Eichenschwellen mit Creosotöl hat sich gut bewährt, da jedoch bei den Submissionen für die Kiefernschwellen der neuen Bahnen für das Imprägniren mit Zinkchlorid pro Stück 0,67 Mark und mit Creosotöl 1,87 Mark gefordert wurden, so ging

man zur ersteren Methode über, weil die bei Anwendung von Creosotöl zu erzielende grössere Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss bei Kiefernholz von geringem Werthe ist, da diese Schwellen mehr durch mechanische Einwirkungen unbrauchbar wurden als durch Fäulniss, und daher die billigere Imprägnirungsmethode mit Zinkchlorid vortheilhafter erschien.

Erfahrungen in Zahlenwerthen sind über die Haltbarkeit der Schwellen nicht angegeben.

25) Auf den Pfälzischen Eisenbahnen werden in den Curven meistens nicht imprägnirte lufttrockene Eichenschwellen, in den geraden Linien dagegen seit 1865 kyanisirte Kiefernschwellen verwendet. Von diesen sind seit jener Zeit wenige ausgewechselt. Zahlen sind für die Auswechselung nicht angegeben.

26) Rheinische Eisenbahn. Auf der Rheinischen Eisenbahn werden seit dem Jahre 1866 die Schwellen, nachdem sie im Freien oder in Schuppen möglichst lufttrocken hergestellt und dann in einem Trockenofen einer Temperatur von 65—80° C. ausgesetzt sind, in einen Kessel eingefahren, mit einer Spannung von $^1/_4$ Atmosphäre evacuirt und dann unter einem Drucke von 8—9 Atmosphären mit der bis zu 60° erwärmten Imprägnirungsflüssigkeit, welche zur Hälfte aus wasserfreiem Steinkohlentheer, zur Hälfte aus Creosotöl besteht, imprägnirt, wobei der Druck 2 Stunden erhalten wird.

An Imprägnirstoff nimmt eine vollkantige Schwelle, 2,5 m lang, 16,26 cm. stark,

a) von Eichenholz 6,5 kg,
b) „ Kiefernholz 16,0 „ an.

Die Kosten des Imprägnirens betragen einschliesslich des Kappens, der Verzinsung und Amortisation des ganzen, rund 300 000 Mark betragenden Anlagekapitals der ganzen Imprägniranstalt, sowie deren Unterhaltung des Ab- und Aufladens für jede eichene Schwelle 0,80 Mark, für jede kieferne Schwelle 1,60 Mark.

Von den Schwellen sind ausgewechselt nach Procenten des ursprünglichen Bestandes in dem Zeitraum vom 1. bis einschliesslich

des	4.	Jahres	= 0,008	Procent,
„	5.	„	„ 0,024	„
„	6.	„	„ 0,051	„
„	7.	„	„ 0,091	„
„	8.	„	„ 0,146	„
„	9.	„	„ 0,216	„
„	10.	„	„ 0,306	„

Diese ausgewechselten Schwellen sind fast sämmtlich wegen Spaltens oder sonstiger mechanischer Abnutzung, nur eine geringe Zahl wegen Fäulniss unbrauchbar geworden.

27) Auf der Saarbrücker Bahn werden die Schwellen mit Creosotöl imprägnirt und haben die Schwellen, welche hiervon bis jetzt ausgewechselt wurden, ein durchschnittliches Alter gehabt:

a) die Eichenschwellen = 8,5 Jahre
b) „ Buchenschwellen 7,0 „
c) „ Kiefernschwellen 6.0 „

während die bis jetzt ausgewechselten nicht imprägnirten Schwellen ein durchschnittliches Alter gehabt haben:

a) die Eichenschwellen = 8,0 Jahre
b) „ Buchenschwellen 7,0 „
c) „ Kiefernschwellen 5,0 „

Der grösste Theil der ausgewechselten imprägnirten und nicht imprägnirten Schwellen ist durch mechanische Abnutzung, nur ein kleiner Theil wegen Fäulniss ausgewechselt.

28. Auf den Königl. Sächsischen Staatsbahnen werden die Kiefernschwellen seit 1870 nach dem pneumatischen (Burnett's) Verfahren imprägnirt und zwar

a) mit Zinkchlorid von 3^0 Beaumé und
b) „ Zinkchlorid, vermischt mit creosothaltigem Theeröl (2 Kg. pro Schwelle).

29. Auf der Tilsit-Insterburger Bahn sind nicht imprägnirte Schwellen, und zwar in den Curven eichene, sonst kieferne Schwellen von kernigem, fast vollkantigem russischen Holze verwendet. Von diesen letzteren 68291 im Jahre 1864 verlegten Schwellen sind nach Procenten des ursprünglichen Bestandes ausgewechselt:

Vom 1. bis einschliesslich

des	5.	Jahres	= 1,16	Procent
„	6.	„	4,02	„
„	7.	„	14,20	„
„	8.	„	32,02	„
„	9.	„	44,70	„
„	10.	„	55,82	„
„	11.	„	68,08	„
„	12.	„	78,52	„
„	13.	„	82,77	„

Die mittlere Dauer der Schwellen war nach Berechnung 10,2 Jahre, und werden diese Resultate mit nicht imprägnirten Kiefern-

schwellen als günstige bezeichnet, wobei bemerkt wird, dass die Schwellen vollständig mit Kies überdeckt gehalten seien.

30. Auf den Württembergischen Staatsbahnen sind bis jetzt (mit Quecksilbersublimat) kyanisirte Nadelholzschwellen zur Anwendung gekommen. Von diesen Schwellen kommen in einer Probestrecke bei Aalen in 10 Jahren zur Auswechselung

a) in Folge mechanischer Abnutzung = 21 Procent
b) wegen Fäulniss 12 „
Zusammen 33 Procent.

Der Rest verspricht noch eine Dauer von höchstens 2 Jahren. Nach den auf den Württembergischen Bahnen gemachten Erfahrungen fault der grössere Theil der kyanisirten Schwellen von innen heraus. und will man dort jetzt zur Imprägnirung mit Zinkchlorid unter Druck in Kesseln übergehen.

31. Galizische Carl Ludwigsbahn. Auf dieser Bahn werden nicht imprägnirte Eichenschwellen verwendet, und wurden bei den im Jahre 1868 auf der Strecke Lemberg-Krasne-Zloczow und Krasne-Brody verlegten Schwellen nachstehende Resultate bezüglich des Ersatzes erzielt:

Jahrgang	1872	0,25	Procent
„	1873	0,82	„
„	1874	4,54	„
„	1875	5,69	„
„	1876	9,60	„

Nach der Fassung dieser Mittheilung muss angenommen werden, dass unpräparirte Eichenschwellen ausgewechselt sind:

Vom 1. bis einschliesslich

des	4.	Jahres =	0,25	Procent
„	5.	„	1,07	„
„	6.	„	5,61	„
„	7.	„	11,30	„
„	8.	„	20,90	„

32. Auf der Kaiser Ferdinand-Nordbahn werden seit dem Jahre 1869 die Schwellen theils mit Zinkchlorid, theils mit creosothaltigem Theeröl imprägnirt. Die Resultate der Erfahrung sind in der folgenden Tabelle angegeben, zu welcher nur bemerkt wird, dass die bisher ausgewechselten imprägnirten Eichenschwellen nur wegen mechanischer Abnutzung, die Kiefernschwellen mit Ausnahme von $^1/_2$ Proc., welche wegen Fäulniss zu Grunde gingen, gleichfalls wegen mechanischer Abnutzung ausgewechselt sind.

In dem Zeitraume vom 1. bis einschliesslich des	Es wurden in Procenten des ursprünglichen Bestandes ausgewechselt				
	imprägnirt			nicht imprägnirt	
	Eichenschwellen		Kiefernschwellen	Eichenschwellen	Kiefernschwellen
	Zinkchlorid	Creosot	Zinkchlorid		
	162 868	214 086	43 687	615 068	42 465
5. Jahres	0,09	0,08	0,21	0,54	70,60
6. „	0,22	0,09	0,35	1,25	91,25
7. „	1,05	0,35	1,16	3,95	—
8. „	—	—	2,03	8,93	—
9. „	—	—	—	18,34	—
10. „	—	—	—	25,70	—
11. „	—	—	—	41,46	—
12. „	—	—	—	74,73	—

33. Auf der Kaiser Franz Joseph-Bahn werden die Schwellen seit 1873 mit Zinkchlorid imprägnirt. Bei der noch zu geringen Dauer der Erfahrung können Resultate nicht mitgetheilt werden.

34. Auf der Kaiserin Elisabeth-Bahn werden die Schwellen und zwar Eichen, Buchen, Lärchen, Föhren, Tannen und Fichten seit 1870 mit Zinkchlorid oder creosothaltigem Theeröl imprägnirt, und sind dieselben einschliesslich der Auswechselung in folgender Tabelle verzeichnet.

Holzgattung	Art der Schwellen	Imprägnirungsstoff	Anzahl der verlegten Schwellen	Anzahl der ausgewechs. Schwellen	Auswechselungs-Proc.	Durchschnittl. Zeit der Imprägnirung in Jahren	Durchschnittl. Zeit der Verlegung in Jahren
Eichen	Stoss- und Mittelschwellen	Chlorzink . . .	63 730	17	0,027	5	4
„		Creosothalt. Theeröl	47 130	—	—	—	—
Buchen		Chlorzink . . .	3 300	296	8,956	$5\,^{6}/_{12}$	$3\,^{10}/_{12}$
„		Creosothalt. Theeröl	1 670	268	16,066	$4\,^{11}/_{12}$	$4\,^{10}/_{12}$
Lärchen		Chlorzink . . .	39 980	42	0,105	$5\,^{1}/_{12}$	$4\,^{8}/_{12}$
„		Creosothalt. Theeröl	14 830	1	0,007	$5\,^{9}/_{12}$	5
Föhren		Chlorzink . . .	117 340	82	0,070	$4\,^{1}/_{12}$	$3\,^{6}/_{12}$
„		Creosothalt. Theeröl	50 010	89	0,177	$5\,^{4}/_{12}$	$4\,^{10}/_{12}$
Fichten		Chlorzink . . .	32 480	3306	10,177	$4\,^{10}/_{12}$	$3\,^{8}/_{12}$
und		Creosothaltiges					
Tannen		Theeröl . . .	19 450	274	1,410	$5\,^{2}/_{12}$	$4\,^{3}/_{12}$

Die Föhren-, Fichten- und Tannenschwellen werden, soweit sich jetzt schon beurtheilen lässt, vorzugsweise in Folge mechanischer Zerstörung zur Auswechselung gelangen, wesshalb von diesen Holzgattungen in den nächsten Jahren Schwellen nicht angekauft werden sollen. Das grosse Procentverhältniss der Auswechselung bei den Buchenschwellen, welche nur versuchsweise verwendet wurden, dürfte auf die mindere Qualität des verwendeten Holzes zurückzuführen sein.

35. Auf der Mohacs-Fünfkirchener und Fünfkirchen-Barcser Eisenbahn werden die Schwellen nicht imprägnirt, und betrug die Auswechselung der nicht imprägnirten Eichenschwellen in Procenten des ursprünglichen Bestandes

Vom ersten bis einschliesslich	Mohacs-Fünfkirchener Bahn, eröffnet im Jahre 1857	Fünfkirchen-Barcser Bahn, eröffnet im Jahre 1868
des 3. Jahres	—	0,25 Proc.
„ 4. „	—	2,95 „
„ 5. „	—	10,88 „
„ 6. „	—	20,25 „
„ 7. „	—	34,61 „
„ 8. „	—	46,29 „
„ 9. „	—	55,82 „
„ 12. „	93,2 Proc.	—
„ 13. „	108,4 „	—
„ 14. „	120,8 „	—
„ 15. „	131,0 „	—
„ 16. „	144,6 „	—
„ 17. „	155,4 „	—
„ 18. „	166,0 „	—
„ 19. „	177,0 „	—
„ 20. „	185,5 „	—

36. Auf der Oesterreichischen Nordwestbahn werden die Eichenschwellen nach dem Bethell'schen und Blythe'schen Systeme mit Theeröl, die Kiefernschwellen mit reinem Zinkchlorid, theils mit einem Gemisch von diesem und einem Zusatze von 6 Procent carbolsäurehaltigem Theeröle imprägnirt.

Beim Blythe'schen Systeme werden die Schwellen mit Carbolsäure-Wasserdämpfen durchdämpft und sodann mit Theeröl unter

Druck getränkt. Diese Methode bietet vor der Bethell'schen den Vortheil, dass die Schwellen keine Trockenrisse erhalten und dass die Carbolsäure bis in den Kern der Schwellen eindringt.

37. Auf den Bahnen der Oesterreichischen Staats-Eisenbahngesellschaft sind die Schwellen nicht imprägnirt. Seit 1870 werden die Eichenschwellen, soweit die Zeit zwischen Ablieferung und Verwendung es gestattet, auf den Ablieferungsstationen in eigenen Oefen angekohlt, und haben die bisherigen Erfahrungen diese Manipulation als zweckmässig erwiesen. Zuverlässige Erfahrungen mit Zahlenangaben liegen darüber noch nicht vor.

Die Gesammtmenge von 3231500 Schwellen (überwiegend Eichenschwellen) erforderte im Durchschnitt der letzten 4 Jahre 6,86 Proc. des Bestandes zur Erneuerung. Es wird nicht angegeben, ob die Schwellen in Folge mechanischer Zerstörung oder in Folge von Fäulniss unbrauchbar wurden.

38. Auf den Bahnen der Oesterreichischen Südbahngesellschaft wurden bis jetzt die Eichen- und Lärchenschwellen nicht imprägnirt verwendet, die Buchenschwellen dagegen unter Anwendung einer Luftpumpe und Einführung einer 2procentigen Kupfervitriollösung mittelst Druckpumpe imprägnirt.

In den Jahren 1866 bis 1876 waren 1385212 Stück mit Kupfervitriol imprägnirte Buchenschwellen in die Bahn verlegt, von denen in Procenten des ursprünglichen Bestandes ausgewechselt waren[1]:

Nach	1	Jahr =	0,1	Procent
„	2	Jahren	1,2	„
„	3	„	3,1	„
„	4	„	6,1	„
„	5	„	16,2	„
„	6	„	29,0	„
„	7	„	35,0	„
„	8	„	54,0	„
„	9	„	100,0	„

39. Auf der Südnorddeutschen Verbindungsbahn ist mit dem Imprägniren der Schwellen erst im Jahre 1877 begonnen, und wendet dieselbe reines Zinkchlorid und Theeröl gemischt an.

40. Auf der Niederländischen Staatsbahn werden vorzugsweise nicht imprägnirte Eichenschwellen verwendet. Mit Kupfervitriol imprägnirte Buchenschwellen sind nach 6jährigem Gebrauche noch

---

[1] Funk, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1878. S. 20.

im guten Zustande. Bei mit Steinkohlentheer und Creosot imprägnirten Kiefernschwellen sind erst nach 10jährigem Gebrauche Auswechselungen erforderlich geworden.

Es folgt hier eine Uebersicht über die bei den verschiedenen Eisenbahnverwaltungen noch im Gebrauch befindlichen oder früher gebrauchten Imprägnirmethoden nach vorstehendem Referat und anderen Quellen in 4 Tabellen zusammengestellt.

Es imprägniren mit

Kupfervitriol

Benennung der Bahn	Holzart	Verfahren
Bayerische Staatsbahn	Kiefern	Boucherie.
Berlin-Hamburg	Verschiedene Hölzer	$1\frac{1}{2}$ Atmosph. Druck.
Berlin-Magdeburg	Kiefern	Kochen.
Preuss. Ostbahn	„	Hochdruck.
Berlin-Stettin		
Magdeburg-Leipzig	„	Eintauchen.
Magdeburg-Wittenberg	„	—
Lübeck-Büchen	„	—
Hinterpommersche B.	„	—
Berlin-Anhalt	„	Eintauchen.
Hessische Nordbahn	Buchen	Boucherie.
Oesterr. Südbahn	„	Hochdruck.
Französ. Bahnen	„	Boucherie.

Es imprägniren mit

Sublimat

Main-Neckar-B.	Eichen	Eintauchen.
Nassauische B.	—	„
Rhein-Nahe-B.	Eichen	„
„	Kiefern	„
„	Buchen	„
Badische Bahn	Eichen	„
„	Kiefern	„
Bayerische Staats-B.	Fichten	„
„ „	Tannen	„
E.-Dir. Frankfurt a. M.		„
Hess. Ludwigs-B.		„
Oberhess. Bahnen	Tannen	„
„ „	Kiefern	„
Pfälzische Eisenbahnen		„
Württemberg. Staatsb.	Nadelhölzer	„

Es imprägniren mit

Creosot

Benennung der Bahn	Holzart	Verfahren
Preuss. Ostbahn	Eichen	Hochdruck
„ „	Kiefern	„
Köln-Mindener B.	Eichen	„
„	Kiefern	„
„	Buchen	„
Rheinische Bahn	Eichen	„
„ „	Kiefern	„
Oberschlesische Bahn	Eichen	„
„ „	Kiefern	„
Saarbrückener Bahn	Eichen	„
„ „	Kiefern	„
„ „	Buchen	„
Berlin-Anhalt	Kiefern	„
Leipzig-Dresden	Kiefern	„
Elsass-Lothr. Reichs-Eisenbahn		„
Kaiser Ferdinand-B.		„
Kaiserin Elisabeth-B.		„
Oesterr. Nordwest-B.		„ Creosot und
Bayerische Staatsbahn		„ Theerdämpfe.
Bergisch-Märkische B.		„
Hessische Ludwigs-B.		„

Es imprägniren mit

Zinkchlorid

Hannöversche Eisenb.	Eichen	Hochdruck.
„ „	Kiefern	„
„ „	Buchen	„
Braunschweiger E.-B.	Eichen	„
„ „	Kiefern	„
„ „	Buchen	„
Köln-Mindener „	Eichen	„
„ „	Kiefern	„
„ „	Buchen	„
Altona-Kiel	Eichen	Eintauchen.
„	Kiefern	„
„	„	Kochen.
Oberschlesische B.	Kiefern	Hochdruck.

Benennung der Bahn	Holzart	Verfahren
Lübeck-Büchen	Kiefern	Hochdruck.
Hessische Nordbahn	Buchen	Kochen.
Berlin-Anhalt		Eintauchen.
Berlin-Görlitz		„
Breslau-Schweidnitz-Freiberg	Kiefern	Hochdruck.
Muldenthalbahn		„
Preuss. Ostbahn		„
Kaiser Ferdinand-B.		„
Kaiserin Elisabeth-B.		„

Nachdem wir im Vorigen die hauptsächlichsten Methoden zur Conservirung der Eisenbahnschwellen besonders hervorgehoben haben, betrachten wir nur noch die Verfahren, welche sich für die Conservirung der Bauhölzer und anderer Hölzer am besten eignen.

Je nachdem das Holz zu Wasserbauzwecken, beispielsweise zu Hafenbauten, gebraucht oder zur Herstellung von Gebäuden, Gartenmöbeln, Tennen, landwirthschaftlichen Gegenständen etc. dienen soll, je nachdem wird die einzuschlagende Conservirungsmethode eine verschiedene sein müssen.

Holz, welches in fliessendes Wasser[1] zu liegen kommt, hält sich meistens, wenn es von Thieren nicht zerstört wird, ohne weitere Conservirung. Dagegen fällt es rasch der Fäulniss anheim, wenn es in stagnirendes Wasser kommt. Im Meerwasser unterliegt das Holz weniger der Fäulniss, sondern, wie früher schon hervorgehoben, den Angriffen von Thieren, Teredo navalis, Bohrmuschel etc. Von den vielen bereits besprochenen Methoden der Conservirung des Holzes im Wasser, speciell im Meerwasser, muss das Einpressen des Creosots oder Theeröls unter Druck als die beste bezeichnet werden. Das mit Creosot imprägnirte Holz widersteht nicht allein der Fäulniss, sondern auch den Angriffen der Thiere. Die Imprägnirung mit Metallsalzen, z. B. Sublimat, Kupfervitriol, muss für diesen Zweck als unzureichend betrachtet werden, da diese Salze durch das Wasser ausgelaugt werden.

Für die Conservirung desjenigen Holzes, welches zur Errichtung von Gebäuden als Balken im Mauerwerk Verwendung findet, dürfte

---

[1] In Mainz hat man vor einiger Zeit in dem Rheinbette wohlerhaltene Holzstücke aufgefunden, welche von der von Julius Cäsar einst über den Rhein geschlagenen Brücke herrühren sollen.

das Trocknen unter Anwendung von künstlicher Wärme bei 100° C. wohl in den meisten Fällen ausreichend sein. Bauholz, welches dagegen häufig der Feuchtigkeit und Nässe ausgesetzt ist, kann entweder mit Zinkchlorid imprägnirt oder mit einer Auflösung von Harz und Paraffin durchtränkt werden. Die Imprägnirung mit Creosot empfiehlt sich für diesen Zweck nicht besonders, weil das mit Theeröl getränkte Holz einen unangenehmeń Geruch besitzt. Zum Schutzte des Holzes, welches für landwirthschaftliche Zwecke, z. B. Weinbergspfähle, Hopfenstangen, dienen soll, eignet sich am besten, weil sehr billig und einfach, ein Theeranstrich.

Das zu Gartenhäuschen, Gartenmöbeln und Gartenzäunen verwendete Holz, bei welchem gleichzeitig auf ein gutes Aussehen Rücksicht genommen werden muss, wird sich am besten das Anstreichen mit einem wasserdichten Anstrich, wie wir solche früher mitgetheilt haben, empfehlen.

Holz, welches zu Holzschnitzereien benutzt wird, kann nach der schon Jahrhunderte alten Methode, Einlegen in verdünnte Quecksilbersublimatlösung, vor Zerstörung durch Würmer geschützt werden.

Flammenschutzmittel.

Im Anhang an die Conservirung des Holzes wollen wir hier kurz die wichtigsten Methoden besprechen, das Holz unverbrennlich zu machen, d. h. gegen leichtes Feuerfangen zu schützen oder flammensicher zu machen.

Bei der Verwendung des Holzes namentlich für den Theaterbau hat man auf das Unverbrennlich- und Flammensichermachen des Holzes sowie der übrigen zur Decoration dienenden Stoffe grosses Gewicht gelegt.

Schon die alten Römer sollen Gemische von Essig und Thon verwendet haben, um Holz flammensicher zu machen. Wild[1] benutzte bereits im Jahre 1735 Gemenge von Alaun, Borax und Vitriol, Fagot[2] empfahl in den Abhandlungen der Akademie zu Stockholm (1740) Alaun und Eisenvitriol, während im Dictionnaire de l'industrie (1786) Gemenge von Alaun, Eisenvitriol und Kochsalz zum Unverbrennlichmachen von Holz vorgeschlagen wurden.

[1] Dingler's polyt. Journal. Bd. 245. S. 37.
[2] a. a. O.

In neuerer Zeit ist seit dem Brande des Wiener Ringtheaters dieser Frage wieder besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden, und zahlreiche, theils schon längst bekannte, theils neue Mittel sind in Vorschlag gebracht worden, um Holz und Gewebe unverbrennlich zu machen. Zu den längst vorgeschlagenen und beinahe wieder vergessenen Schutzmitteln gehört das 1823 von Fuchs empfohlene Wasserglas. Auf den Vorschlag desselben wurde 1823 bei dem Neubau des vorher abgebrannten Münchener Hoftheaters alles Holzwerk mit einer Wasserglaslösung, der Kreide zugesetzt war, angestrichen. Später wurde von Fersmann und Oppenheim das wolframsaure Natron, von anderen Alaun, Vitriole, Borax, Bittersalz, Salmiak, schwefelsaures Ammonium etc. zu gleichem Zwecke empfohlen. Ehe wir die speciellen Vorschriften näher beschreiben, wollen wir die Wirkungsweise der Flammenschutzmittel kurz besprechen.

Die vorgeschlagenen Methoden lassen sich in zwei Abtheilungen bringen:

1. in solche, bei denen durch Anstrich eine schützende Hülle auf dem Holze gebildet wird,
2. in solche, bei denen das Holz durch Imprägniren mit anorganischen Salzen oder theilweises Mineralisiren, wie wir es früher bei dem Payne'schen Imprägnirverfahren hervorgehoben haben, unverbrennlich gemacht wird.

Bei den nach der ersten Methode imprägnirten Hölzern beruht die Wirkungsweise auf der durch den Anstrich auf dem Holze erzeugten mineralischen Schichte. Die Wirksamkeit dieses Anstrichs wird um so grösser sein, je dicker er ist. Jedoch muss dabei im Auge behalten werden, dass man über eine gewisse Dicke des Anstrichs nicht hinausgehen kann, ohne dass der Anstrich abspringt. Die zum Anstrich verwendete Substanz wird sich umsomehr eignen, je geringer das Wärmeleitungsvermögen des Anstrichs ist. Ausserdem muss derselbe die Eigenschaft besitzen, durch die Hitze nicht leicht disaggregirt zu werden, sei es durch Verlust von Krystallwasser, sei es durch theilweise Verflüchtigung, sondern er muss auf dem Holze als eine schwer schmelzbare zusammenhängende Schicht zurück bleiben. Je dichter und zusammenhängender der Anstrich ist, um so vollständiger wird der Luftabschluss sein und damit auch verhindert werden, dass das Holz sich entflammen kann, solange der Schutzanstrich noch intact bleibt. Selbstverständlich ist der Schutz dieser Anstriche gegen die Entflammung nur ein begrenzter; wird die Erhitzung des betreffenden Holzstücks so weit getrieben, dass durch den isolirenden Schutzanstrich eine trockene Destillation des

Holzes und damit eine Entwickelung von Gasen stattfindet, welche die Oberfläche der Kruste durchbrechen, so kann der Anstrich die Entflammung nicht mehr verhindern.

Die zweite Methode, die weit wirksamer, dagegen aber auch viel umständlicher und kostspieliger ist, hat man häufig mit der Conservirung des Holzes zu vereinigen gesucht. Besonders gilt dies für das Payne'sche Imprägnirverfahren und für die Methoden zum Mineralisiren des Holzes, die wir früher bereits eingehend beschrieben haben. Wie dort näher erörtert, besteht das Wesentliche dieser Methode darin, dass die zu präparirenden Hölzer zuerst mit einem Metallsalze imprägnirt, hierauf in eine zweite Lösung gebracht werden, welche durch Wechselzersetzung einen unlöslichen Niederschlag in dem Holze erzeugt. Je vollständiger die Imprägnirung des Holzes mit diesen anorganischen Substanzen geschieht, um so mehr wird auch eine Umhüllung der Holzfaser erreicht werden. Wie wir schon früher erwähnt, kann diese Ausfüllung der Poren und Umhüllung der Holzfaser, selbst wenn die Imprägnirungsflüssigkeiten unter Druck eingepresst werden, nur bis zu einer geringen Tiefe vorschreiten, und wird sich daher der Flammenschutz und das Unverbrennlichwerden nur auf die dünne äussere Hülle beziehen können. Wie im vorhergehenden Falle wird die schützende Wirkung um so grösser sein,

1. je schlechter das Wärmeleitungsvermögen der Imprägnirmasse ist,
2. je vollkommener die Poren durch die Imprägnirmasse geschlossen werden,
3. je dicker die Schicht ist, welche der Mineralisirung unterworfen war.

Weit vollständiger als nach dem Payne'schen Verfahren lässt sich die Unverbrennlichmachung der Holzfaser durch Tränken mit Salzlösungen erreichen.

Einfache wässerige Lösungen können, wie wir früher gesehen haben, bei hinreichend langer Einwirkung bis zu jeder Tiefe in den Holzkörper eindringen. Beim Unverbrennlichmachen müssen im Gegensatz zu den Conservirungsmethoden die zur Anwendung kommenden Salzlösungen so concentrirt wie möglich sein, damit, wenn das Lösungsmittel verdunstet ist, eine möglichst vollständige Umhüllung und Verschluss der Poren erreicht wird. Auch hier wird der Erfolg von denselben Umständen abhängen wie bei den oben besprochenen Methoden; je vollständiger die Holzfaser umhüllt, je besser der Abschluss der Luft ist, desto besser wird die Wirksamkeit sein. Das durch Imprägniren und Mineralisiren geschützte Holz

wird natürlich dem Verbrennen einen viel grösseren Widerstand entgegensetzen, als das bloss durch Anstrich gesicherte, weil im ersteren Falle jede einzelne Holzfaser mit einer Wärme isolirenden Schicht umgeben ist, während im letzteren Falle nur der dünne Anstrich als Schutz dient.

Unter den Mitteln, das Holz durch Bestreichen unverbrennlich zu machen, ist das Wasserglas eines der ältesten, einfachsten und billigsten. Seine Anwendung geschieht, indem man das Holz mit einer 10—15 procentigen Lösung, der zweckmässig eine Portion gemahlener Kreide zugesetzt wird, bestreicht. Man kann auch so verfahren, dass man zuerst einen Anstrich mit in Wasser suspendirter Kreide giebt und die Wasserglaslösung darüberstreicht. Statt Wasserglas empfahl Patera[1] ein Gemenge von Borax und Bittersalz. Er verwendet eine Mischung von 4 Theilen Borax und 3 Theilen Bittersalz; die Salze sollen kurz vor dem Gebrauche gemengt werden, weil sich sonst zu früh borsaure Magnesia bildet, welche ungelöst bleibt. 7 Theile des Gemisches sollen in 20—30 Theilen warmem Wasser gelöst werden, das Holz damit angestrichen, Gewebe damit imprägnirt werden. Zweckmässiger wird es sein, um diese Mischung als Anstrich zu verwenden, wenn derselben eine bestimmte Menge schwefelsaurer Kalk zugesetzt wird. Der Zusatz von Gyps wird bewirken, dass der Anstrich besser deckt und besser auf dem Holze haftet. Von Fersmann und Oppenheim wird eine 20 procentige Lösung von wolframsaurem Natron empfohlen, das Holz soll durch Einweichen oder durch öfteres Bestreichen mit der Lösung dieses Salzes flammensicher werden. Gleichfalls soll dieses Salz zum Unentzündlichmachen von Geweben, welche damit imprägnirt werden müssen, dienen. Statt des reinen wolframsauren Natrons ist auch eine Mischung von wolframsaurem Natron mit phosphorsaurem Natron in Vorschlag gebracht worden, weil billiger. Man soll eine Lösung von 28 Twaddle mit 3 Proc. phosphorsaurem Natron versetzen. In einem solchen Gemische soll sich kein zweifach wolframsaures Natron von geringer Löslichkeit bilden, wie beim neutralen Salze, welches beim Herauskrystallisiren die Lösung schwächen wird. Die von Oesterreich aus in den Handel gebrachte Phönix-Essenz besteht im Wesentlichen aus einer Lösung von wolframsaurem Natron.

P. Perez de la Sala[2] in London (D. R.-P. Kl. 38. No. 9252 vom 16. Aug. 1879) bestreicht mit einer Lösung von 1 Theil Aetz-

---

[1] Dingler's polyt. Journal. Bd. 203. S. 482.

[2] Ebendaselbst. Bd. 236. S. 501.

kali und 16 Theilen Wasser oder 1 Theile Aetznatron und 24 Theilen Wasser Holz, um dasselbe unentflammbar zu machen. Dünne Fournüren, in die Lösung gelegt, sollen biegsam wie Leder werden. Auch Vorhänge, Coulissen und dergl. sollen mit diesen Lösungen unentflammbar gemacht werden. Wir bezweifeln, dass das Holz auf diese Weise unverbrennlich wird. Als ein vorzügliches Schutzmittel fand Patera[1] ein Gemenge von schwefelsaurem Ammoniak und Gyps, das als Anstrichmittel, sowie auch zum Imprägniren für Gewebe verwendet werden kann. Ausser diesen sind noch mit wenig Erfolg angewandt worden: Alaun und Borax entweder für sich allein oder in Verbindung mit Leinsamenschleim, Dextrin, Gummi und dergl., ferner kohlensaures Kali, schwefelsaures Eisenoxydul, Gyps, Salmiak, Zinkvitriol und Salmiak, Glaubersalz und Salmiak, Wasserglas und essigsaures Bleioxyd (und kieselsaures Bleioxyd), Zinkchlorid etc. Das von Burnett[2] und Sorel[3] vorgeschlagene Chlorzink soll zwar gut wirken, hat aber nach Siegburger den Nachtheil, dass beim entstehenden Brande im geschlossenen Raume sich erstickende Dämpfe entwickeln, welche die Rettung erschweren. Nach unserer Ansicht ist dieser Uebelstand nicht von grosser Bedeutung. Als Anstrich für Holz wurde weiter Chlorcalcium und Kalkbrei empfohlen. Ein Theil der Wirkung dieses Gemisches wird den hygroskopischen Eigenschaften des Chlorcalciums zugeschrieben, welches bewirken soll, dass das damit bestrichene Holz feucht erhalten wird und dadurch weniger leicht entzündlich wird. Wir halten jedoch diese Wirkung des Chlorcalciums für eine geringe und schreiben mit Mayer dieselbe vielmehr dem Umstande zu, dass das bei niederer Temperatur schmelzende Salz die Holzfaser umhüllt und dadurch die Entzündung verhindert.

Weatherby[4] giebt folgendes Verfahren an, um Holz durch Imprägniren gleichzeitig zu conserviren und unverbrennlich zu machen. Das Holz soll zunächst in einem Ofen getrocknet und dadurch von dem grössten Theile des Wassers, sowie flüchtigen brennbaren Oelen (wie Terpentinöl bei Nadelholz) befreit werden. Hiernach soll in einem geeigneten Cylinder schweflige Säure, Kalk, Wasser (oder, was nach unserer Ansicht das einfachere wäre: eine Lösung von saurem schwefligsauren Kalk) unter Druck in das Holz eingepresst werden.

---

[1] Dingler's polyt. Journal. Bd. 203. S. 482.
[2] Ebendaselbst. Bd. 111. S. 385.
[3] Ebendaselbst. Bd. 148. S. 124.
[4] Polytechn. Centralblatt. 1875. S. 446.

Bekanntlich bildet sich bei der Einwirkung von Kalk auf einen Ueberschuss von schwefliger Säure und Wasser saurer schwefligsaurer Kalk, welcher in Wasser leicht löslich ist und unter Druck in das Holz eingepresst werden kann. Unter Sauerstoffaufnahme geht der saure schwefligsaure Kalk in schwefelsauren Kalk über, der in Wasser bekanntlich wenig löslich ist. Das auf diese Weise imprägnirte Holz soll ein geringeres specifisches Gewicht als nicht getrocknetes besitzen und nicht allein Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss zeigen, sondern sich auch bei einer Feuersbrunst nicht leicht entzünden. Die geringe Entflammbarkeit des mit Gyps imprägnirten Holzes entspricht den im letzten deutsch-französischen Kriege gemachten Wahrnehmungen, dass mit reichlichem Gypsverputz versehenes Holz weniger leicht in Brand gerieth. Ist die Wirkung bei dem ebenbeschriebenen Verfahren nur auf die Umhüllung der Holzfaser mit Gyps zurückzuführen, so müsste das Holz erst nach vollkommener Oxydation des sauren schwefligsauren Kalks zu Gyps und freier Schwefelsäure unverbrennlich werden. Uns scheint bei diesem Verfahren bedenklich, dass bei der Oxydation des sauren schwefligsauren Kalks freie Schwefelsäure entsteht, welche die Festigkeit des Holzes erheblich vermindert. (Bekanntlich benutzt man den sauren schwefligsauren Kalk, um aus dem Holze Cellulose darzustellen.)

Wir unterlassen es, hier noch weitere Vorschläge anzuführen, die doch nur auf Combinationen der bereits angegebenen Mittel beruhen. Für den Flammenschutz des Holzes empfiehlt sich nach unserer Ansicht als das beste Mittel das Tränken oder Anstreichen mit Wasserglas, unter Zusatz von Kalk oder Kreide bei der Verwendung zu Anstrichen. Auch die Imprägnirung mit wolframsaurem Natron hat gute Resultate ergeben, doch ist das Salz, wenn auch billiger als die zu gleichem Zwecke empfohlenen Ammoniumsalze, doch wesentlich theurer als das Wasserglas.

Register.

A.

Acrel 201.
Aderschwamm, tropfender 31.
Ador 207.
Aetznatron 237.
Agaricus melleus 23.
Ankohlen des Holzes 62. 78. 201—203.
Anlaufen des Holzes 19.
Alaun 160. 201—209. 240.
Anobium domesticum 50. 52.
„ paniceum 50.
„ pertinax 50.
„ pulsator 50.
Anstrichmassen 82, gegen Seewasser 82.
Antimerulion 39.
Apelt 209.
Apparat zum Ankohlen des Holzes
von Hugon 80.
von Rigola 80.
„ zum Trocknen der Wohnungen 42—44.
„ zum Imprägniren von Lösungen aus Paraffin, Harzen u. flüchtigen Kohlenwasserstoffen nach Heinzerling 193.
Ardoin 205.
Armstrong 210.
Arozo 205.
Arsenpräparate 2. 165. 201. 207.
Asphalt 204. 206.
Astfäule 11. 12.
Astynomus aedilis L. 46.
Auslaugen des Holzes 196.
Auspressen des Saftes durch Comprimiren 200.

B.

Baist 209.
Ballo 16. 40.
Bariumsalze 160.
Barlow 209.
Baster, J., 2. 165. 201.
Baudet 208.
Baumeister 90. 148. 185. 188. 192.
Baumgarten 11. 31. 41.
Beer, S., 163. 210.
Behnisch 101.
Bechstein 5.
Benzol 52.
Bellamy und Lechatier 18.
Berkeley 40.
Bethell 184—190. 205.
Bethell's Imprägnirverfahren 184—190.
Beuzat und Banner 86.
Bill 203.
Bittersalz 2. 201. 237.
Birkentheer 41.
Blaufäule 33.
Bleisalze 176.
Bleiglätte 209.
Blythe, J., 124.
Blythe's Apparate 124—127.
„ Verfahren 124—127.
Bockkäfer 45. 51.
Bohrkäfer 50.
Bohrmuschel 234.
Borkenkäfer 47.
Borkhausen 5.
Borsäure 162. 208.
Borax 162. 170. 210. 237.
Borsaure Magnesia 237.
Bostrichiden 47.
Boucherie, Dr., 107. 137. 205.
Boucherie'sches Verfahren 107. 134—142. 157.
„ Ausführung 109—113.
„ Nachtheile 114.
„ Vortheile 114.

Bourdon 206.
Braunkohlentheer 179.
Bréant 89. 90. 204.
Brefeld 23.
Bretterbohrer 50.
Brochard und Waetten 207. 208.
Bronner 188. 205.
Brouver 123.
Brunel 204.
Brunnenzopf 23.
Bücherbohrer 50.
Buchholzkäfer 47.
Burckhardt 57.
Buresch 90. 96—100. 105. 112. 141.
Burkes 206.
Burnett 90. 143—148. 205. 238.
Busse 207.
Büttner und Möhring 143. 210.

C.

Callidium variabile 51.
„ violaceum 51.
Callender 201.
Carbolsäure 39. 40. 52—55. 179—182.
Carey 204.
Carny 205.
Caspary 11.
Cawden 201.
Cerambycide 45.
Cerambyx 41.
Caillot und Fournier 207.
Chalcophora Mariana L. 47.
Champy 84. 193. 202.
Chapman 202.
Charpentier 205.
Chatelier 209.
Chloraluminium 170.
Chlorammonium siehe Salmiak.
Chlorbarium 86. 170.
Chlorcalcium 170. 204. 209.
Chloroform 17. 52.
Chlorzink siehe Zinkchlorid.
Chromsaures Kali 54. 164.
Claudot 20.
Claus 214.
Colletosporium 11. 33.
Colophonium 2. 29. 84. 193—195. 202 bis 209.
Constable 201.
Contactwirkung 4.
Conservirung der Eisenbahnschwellen
Conservirung des Holzes
durch Abschluss von Luft 62.
„ Ankohlen 62. 78.
mit antiseptischen Substanzen 62. 88.
durch Anstreichen 88. 89.
„ Auskochen 62.
„ Auslaugen 62.
„ Austrocknen 62. 63. 74.
„ Einlegen 88. 89.
„ Einpressen unter Druck 88.
„ Einpressen mit hydrostatischem Druck 88.
„ Eintauchen in Fett 84.
„ Eintauchen in Lösungen von Harz und Paraffin nach Heinzerling 85.
„ Erzeugung unlöslicher Niederschläge 85—88.
„ Kochen 88. 89.
„ Behandlung mit antiseptischen Dämpfen 123—128.
mit Metallsalzen 62.
durch Ueberziehen mit undurchdringlichen Schichten 81.
„ Entfernung des Zellsaftes 195.
„ Umhüllen mit Lehm oder Metall 54. 84.
„ Wurmnägel 54.
Conservirung d. Telegraphenstangen 113.
Cook 202. 207.
Cosse 86.
Cox 203. 207.
Cossus ligniperda L. 48.
Cresol 182.
Creosot 39. 40. 52—55. 123. 170. 201. 210. 214. 216.
Creosotgehalt, Bestimmung desselben 187.
Crepin 55.

D.

Daedalea quercina 31.
Dagneau 202.
Dalping 145.
Dämpfen des Holzes 77. 104. 198.
Dauer des Holzes 59—63.

Dauer d. Eisenbahnschwellen 4. 151. 152.
„ der Fichten- und Buchenschwellen 150.
Dering 209.
Dextrin 238.
Dickschen 208.
Dinsdale 202.
Dorsett und Blythe 209.
Dryrot 31.
Duchartre 1.
Duhamel 58.

E.

Earle 206.
Eindringen der Imprägnirungsflüssigkeit 105.
Eindringen der Wärme in das Holz 98.
Eisenchlorid 159.
Eisenoxyd, salpetersaures 201—205.
„ schwefelsaures 201—205.
Eisensalze zum Imprägniren 157, 201 bis 205.
Eisenvitriol 38. 54. 86. 158. 170. 201 bis 209. 216. 235. 238.
Einfluss der Fällungszeit auf die Dauer des Holzes 55.
Elementaranalyse des gesunden Holzes 36.
„ „ faulen „ 37.
Erdkrebs 23.
Ersticken des Holzes 1. 12. 19.

F.

Fagot 21. 58. 201. 240.
Fäulniss des Holzes 1. 10. 44.
Fäulnissprocess, Ursachen desselben 4.
Fällungszeit, Einfluss derselben 55—59.
Favrin 206.
Federast 11.
Fellner und Heinzerling 68. 69.
Fersmann und Oppenheim 237.
Fette 84. 193. 202—209.
Fichtenbockkäfer 46.
Fichtenwundfäule 24.
Fingermuschel 52.
Fistulina hepatica 30.
Flammenschutzmittel 234—239.
Fleselle 206.
Fliegenast 11. 30.
Flocton, W., 157. 205.
Flössen des Holzes 197.
Fontenay, de, 208.
Fontenau 208.
Forestier 210.
Fragneau 106. 210.
Frank, J. D., 171.
François 86. 208.
Fuchs 165. 203. 235.
Fumet Dejort 210.
Funk 134. 148. 190. 212—214.
Fusey und Pelletier 206.

G.

Gährung des Holzes 1. 12. 18.
Galläpfel 2. 201.
Gallotin 170. 188.
Gasicourt de Cadet 202.
Gebauer 8.
Gehring 82.
Gelbpfeifiges Holz 11. 30.
Gemini, de, 207.
Gerbsäure 206.
Gerbsaures Eisenoxyd 158.
Glasflügler 48.
Glaubersalz siehe schwefelsaures Natron.
Goeppert 42.
Goering 8.
Gossier 204.
Gottgetreu 40. 172.
Gotthill 205.
Gouezon 204.
Granville 205.
Grasset 87.
Grenon und Petit 207.
Grünfäule 11.
Grünspan 203.
Grusmann 202.
Guippert 210.
Gummi 238.
Gummi elasticum 203.
Gyps 237—239.

H.

Hales 107. 201.
Hallimasch 23.
Hammaticherus cerdo 46.

Hammaticherus heros 46.
Hancok 203.
Hannay 82.
Hartig, G., 6. 203.
„ R., 10, 31. 58.
„ Th., 6. 39. 61. 78.
Hartmann, J., und Dowling, F. A., 199.
Harze 52. 84. 193. 200—210.
Harzlösung 52. 84. 193.
Harvay 82.
Hatzfeld 158. 210.
Hausbock 51.
Häusler 8.
Hausschwamm 12. 31—34.
Haut de Lassus 87. 209.
Heintz 196.
Heinzerling 68.
Heldbock 46.
Herrmann, O., 39.
Hochberger 16. 46. 210.
Hochgesangt 208.
Holzessig 201.
Holzfeinde, grosse 45.
„ kleine 45. 49.
Holztheer 83. 123. 177. 201.
Holzwespe 47.
Homberg. 2. 129. 201.
Höne-Wronski 208.
Horlemann 201.
Hugon 80. 210.
Humificirung 1. 12. 16. 17.
Hutin & Boutigny 208.
Hydnum diversidens 28.
Hylotrupes bajulus 51.

I.

Infusorienerde 40.
Imprägniren der Telegraphenstangen 113.
Imprägnirapparate
von Boucherie 110—111.
nach Buresch 96—100.
„ Behnisch 101—103.
„ Burnett 90—92.
„ Blythe 124—127.
„ Lüdersdorf 117.
„ Perrin 117.
Imprägnirapparate
nach Ott 117—122.
transportable 101.
nach Heinzerling 192.
Imprägnirkästen 130. 131.
Imprägniren des Holzes mit
Quecksilbersublimat 128—137.
Kupfervitriol 137—142.
Zinkchlorid und Zinksalzen 142—156.
Mischung von Zinkchlorid und Creosot 154.
holzessigsaurem Zink 154—156.
schwefligsaurem Zinkoxyd 156.
Eisensalzen 156—159.
holzessigsaurem Eisenoxydul 157.
Eisenvitriol 157—158.
Manganvitriol 159.
Alaun u. schwefelsaurer Thonerde 160.
Kalk und Kalksalzen 160.
Bariumsalze 160.
Kochsalz und Alkalisalzen 161.
Borax 162.
Wasserglas 164.
Arsenverbindungen 165.
saurem, chromsaurem Kali 164.
Bleisalzen 166.
Theeröl nach Bethell 184—191.
Theerölen unter Niederdruck 191.
Theerdämpfen 192.
Lösungen von Paraffin, Harz etc. 192.
Insecten, Zerstörung des Holzes durch, 44—51.

J.

Jackson 2. 159. 201. 209.
Jahn 36. 38.

K.

Kalk uud Kalkwasser 2. 39. 86. 160. 171. 201—209.
Kalksalze 160.
Kammhornkäfer 50.
Kautschuk 203—209.
Keller 41.
Kerl, B., 105.
Kernfäule 5. 6. 10—12. 24.
Kernschäle 11.
Kiefern-Prachtkäfer 47.

Kiefernholzwespe 47.
Kieselsaures Natron siehe Wasserglas.
Klopfkäfer 50.
Knab 207.
Koch, R., 135.
Kochsalz 161. 170. 201. 210. 235.
Kohle 2. 202.
Knowles und Davy 129. 203.
König 58.
Kosten des pneumatischen Imprägnirapparates 96. 97.
Kosten der Imprägnirung 213. 214.
mit Creosot 135.
nach Boucherie 115. 116.
mit Kupfervitriol 135.
„ Quecksilberchlorid 134.
„ mit Zinkchlorid 135.
Kosten imprägnirter und nicht imprägnirter Buchen- u. Eichenschwellen 215.
Kosinski, St., 42.
Kreide 237.
Kremers 144.
Krumbholz 38.
Kupfervitriol 3. 41. 54. 86. 115. 135. 137—142. 170. 202—209. 214. 216.
Kützing 7.
Kyan 129. 203.
Kyanisiren 129.

L.

Lacroix 202.
Lafollie, Dr., 113. 207.
Langton 202.
Lampra rutilans 47.
Lecour 208.
Légé Fleury etc. 209.
Leimlösung 52. 209.
Leinölfirniss 39. 82. 193. 202.
Leinsamenschleim 238.
Lenz 39.
Letellier 205.
Levien 205.
Levalley-Duperron 206.
Linden-Prachtkäfer 47.
Listkäfer 51.
Longicornia 45.
Lüdersdorf 117.
Luerssen 41.
Luscombe 203.
Lukin 202.
Lymexylon navale 51.
Lyctus unipunctatus 51.

M.

Mackonochie 202.
Manganvitriol 86. 159. 207.
March 203.
Marolles, de, 204.
Margary, J., 141.
Margary, Lloyd, 206.
Margary'sches Verfahren 141.
Matthew 108.
May 208.
Mayer, Dr. Ad., 12—18. 52 (Druckfehler) 197—199. 238.
Merulius lacrimans 31—44.
„ destruens 31.
Mérule pleureur 31.
Melzens, Prof., 206.
Methoden der Holzconservirung:
1. Conservirung durch Austrocknen 62. 63.
a) Trocknen in Dörröfen.
b) Trocknen mit überhitztem Wasserdampf resp. Dämpfen des Holzes 77. 104. 198.
c) Ankohlen des Holzes 62. 78.
2. Conservirung durch Luftabschluss 62. 81.
a) durch Ueberziehen mit einer undurchdringlichen Schicht 54. 81. 84. 85. 88. 89.
b) Imprägnirung der Hölzer mit Flüssigkeiten, welche nach dem Verdampfen die Poren verstopfen 84.
c) Luftabschluss durch Erzeugung von unlöslichen Verbindungen in dem Holze 85—88.
3. Imprägnirung mit antiseptisch wirkenden Substanzen 62. 88.
a) Imprägnirung mit Metallsalzen 62. 88—110.
b) Imprägnirung mit Theeröl und ähnlichen Producten 123—128.

4. Conservirung durch Entfernung der leicht zersetzlichen Saftbestandtheile aus dem Holze
a) durch Auslaugen mit Wasser 62. 195. 196;
b) durch Auskochen und Dämpfen des Holzes 62. 88. 89. 197;
c) durch Verdrängen des Saftes mittelst hydrostatischen Drucks 88. 200;
d) durch Verdrängen des Saftes mittelst Comprimiren des Holzes 200.
Meyer d'Uslar 87. 208.
Migneron 201.
Miller 40.
Millet 207.
Mittel gegen den Hausschwamm 38—42.
„ „ „ Pfahlwurm 53.
Möbius, Prof., 52.
Mondringigkeit 11. 29.
Monicault 207.
Monteith 160. 205.
Moll 205.
Mormot 206.
Moser 3. 211.
Müller, A., 170.
Müntz 17.
Münzing 159. 206. 210.
Mutterlaugen der Salinen 40. 205.
Mycothanaton 39.

N.

Nachtfaser 6.
Nagekäfer 50.
Nägeli 108.
Naphthalin 180—183.
Nassfäule 10.
Natriumphosphat 170.
Natriumbilorat 162—170.
Natronseife 170.
Newman 203.
Newmarket 140.
Newmarch 203.
Nördlinger 8. 17. 58. 78.
Nutzholzkäfer 47.
Nystron 201.
Nyctomyces candidus 7.
„ fuscus 6.

O.

Ocker 2.
Oesau 111.
Ott, Ad., 118.
Ott's Apparat 119—125.
Ott'sches Verfahren 118.
Vorzüge und Nachtheile des Ott'schen Verfahrens 122.
Oxfort 203.
Ozon 173—176.

P.

Pallas 86. 201.
Palmitinsaure Thonerde 82.
Paraffin 82. 180—183. 192. 193. 201—210.
Paradies, L. de, 123.
Patera 237. 238.
Paulet 139.
Parkes 202. 206.
Payen 205.
Payne 86. 168. 207.
Phenol 182.
Plastischmachen des Holzes 171.
Passey 206.
Pech 209.
Péligot und Guyon 209.
Perez de la Salo 237.
Perkins 202.
Petitjean 210.
Petroleum 41. 210.
Petroleumbenzin 193.
Pezzia aeruginosa 11.
Pfeil 8. 58.
Pholode 53.
Phönixessenz 237.
Phosphorsaures Natron 237.
Pilze, parasitische 20. 196.
„ saprophytische 20. 25. 196.
Plazay 8.
Pneumatisches Imprägnirverfahren 89 bis 107.
Pneumatische Imprägniranstalt in Braunschweig 93.
Pollack 39. 208.
Pontzen 138.
Polyporus destructor 31.
„ dryadeus 27.
„ borealis 22.

Polyporus fomentarius 31.
„ fulvus 22.
„ ignarius 27.
„ sulphureus 25.
„ vaporarius 21.
Pons 206.
Potasche und Sodalösung 202. 203.
Ptilinus pectinicornis 50.

Q.

Quatrefages, de, 208.
Quecksilberchlorid 2. 3. 52. 89. 128—137. 140. 201—209. 212—216. 227—238.
Quecksilbersublimat siehe Quecksilberchlorid.

R.

Ransome 86. 206.
Raphuhn 11. 29.
Rauch 202—204. 210.
Real 209.
Rebhuhnfäule 11. 29.
Reed 201.
Referat über die auf den deutsch-österr. Eisenb. zur Verwendung kommenden Schwellenimprägnirmethoden 217/230.
Rehbund 11. 29.
Renard-Perrin 207.
René, K. A., 173—176.
Reul 87.
Reum 5.
Rhizomorpha subcorticalis 23.
„ subterranea 23.
Rhynchomyces violaceus 9.
Rigola 210.
Ringschale 11. 24.
Robert, de, 210.
Rodyk, A. B., 82.
Rössler 16. 155. 210.
Rothfäule 5—8. 11. 12. 19. 26.
Rottier 140. 210.
Rurcess 86.
Rütgers, J., 155.

S.

Sachs 108.
Sand 39. 42.
Sanderson 202.
Saint, de, 86. 168. 206.
Sainte-Preuve 206.
Salmiak 203—208. 238.
Sargent 202.
Sauerstoff, ozonisirter 173—176.
Schacht 39.
Schultz 157.
Scheibenkäfer 51.
Schieferöl 208.
Schwendener 108.
Schyzomyceten 20.
Schwefel 203—207.
Schwefelbarium 86. 201—209. 216.
Schwefelcalcium 201—209.
Schwefelkohlenstoff 52.
Schwefelsäure 40.
Schwefelsaures Ammoniak 238.
Schwefelsaures Natron 86. 207. 238.
Schweflige Säure 206.
Schwefligsaurer Kalk 238.
Schweppe 208.
Schweppe und Trottier 209.
Schmidt, Prof. Dr., 105.
Schloessing 17.
Seife 170.
Seifenlösung 86.
Semple 202.
Sirex juvencus 47.
„ gigas 47.
Sciapteron tabaniforme 48.
Seesalzlösung 2. 201—209.
Selbstgährung des Holzes 18.
Sesia apiformis, s. a. 48.
„ Trochilium apiforme 48.
„ asiliformis 48.
„ conopiformis 48.
„ cynipiformis 48.
Sorel 238.
Sorokin 11. 41.
Spaltpilze 10—17.
Spiessbock 46.
Splintkäfer 51.
Splintfäule 11.
Sporen des Hausschwammes 35.
Stammfäule siehe Kernfäule.
Steinkohlenasche 39. 55. 83.
Steinkohlentheer 179. 202—209.
Steinkohlen-Creosot 181.

Stereum hirsutum 30.
Stevenson, R., 204.
Sublimat siehe Quecksilberchlorid.
Stockfäule 8. 11.
Strutzky 204.
Sturling-Benson 204.
Sundal und Jacques 169.

T.

Tabelle über die Bahnen, welche mit
Kupfervitriol imprägniren 231.
Quecksilberchlorid „ 231.
Creosot „ 232.
Zinkchlorid „ 232.
Tabelle über Auswechselung imprägnirter und nicht imprägnirter Eisenbahnschwellen 225. 226. 230.
Tabelle über die verschiedenen zur Anwendung gekommenen Imprägnirmethoden 216.
Tabelle über
Aufnahme von Zinkchlorid 148.
Kosten der Imprägnirung 135. 149.
die Dauer der Fichten- und Buchenschwellen 150—152.
die Anwendung der verschiedenen Imprägnirverfahren 153.
die Aufnahme von Creosotöl 185.
den Kostenaufwand bei der Imprägnirung nach Bethell 189. 190.
die seit dem Jahre 1700—1876 zum Conserviren angewendeten Mittel 201—210.
die Dauer nicht imprägnirter und imprägnirter Schwellen 211—213.
die Auswechselung nicht imprägnirter u. imprägnirter Schwellen 211. 212.
Talg 202.
Taschenberg, Prof. Dr., 45. 48. 49.
Telephora perdix 29.
Teredo navalis 51—53. 191. 234.
Terpentin 25.
Terpentinöl 82. 209.
Theer 2. 170—193. 201—209.
Theeröle 3. 176—193.
Thellier-Verrier 209.
Tetropium luridum 48.
„ fuscum 48.
Thran siehe Walfischthran.
Tissier 206.
Todtenuhr 50.
Torula 11. 33.
Torftheer 178.
Trametes pini 24.
„ radiciperda 21.
Transportabler Imprägnirapparat 101.
Treffy 86. 205.
Treutler 210.
Trocknen des Holzes 63—78.
Trockenapparat von Kosinski 42—44.
„ „ Napier 64—68.
„ „ Guippert 68.
„ der franz. Ostbahn 70.
„ f. Eisenbahnschw. 64. 65.
„ von Fellner und Heinzerling 68. 69.
Trockenfäule 19.
Trochilium apiforme 48.
Trotzkopf 51.

U.

Umhüllen mit Metallplatten 53.
Urin 171.
Ursachen der Fäulniss 3.
Uzielli 109.

V.

Veränderungen, chemische beim Faulen und Vermodern des Holzes 15.
Veränderungen des Holzes durch
den Hausschwamm 36.
Polyporus mollis 21.
„ fulvus 22.
„ sulphureus 26.
„ ignarius 28.
Trametes radiciperda 21.
„ pini 24.
Hydnum diversidens 29.
Stereum hirsutum 30.
das Flössen 196.
Verdrängung des Saftes durch hydrostatischen Druck 200.
Vermoderung 1. 12—14. 17. 18.
Verschimmeln 1. 12.
Versteinerung des Holzes 166.
Versteinerung, künstliche, 167.

Verwendung imprägnirter Schwellen siehe Tabelle.
Verwendung nicht imprägnirter Schwellen siehe Tabelle.
Verwesung 17.
Villain & Co. 40.
Violette 208.
Vitriollösung 38.
Vohl 183. 209.

W.

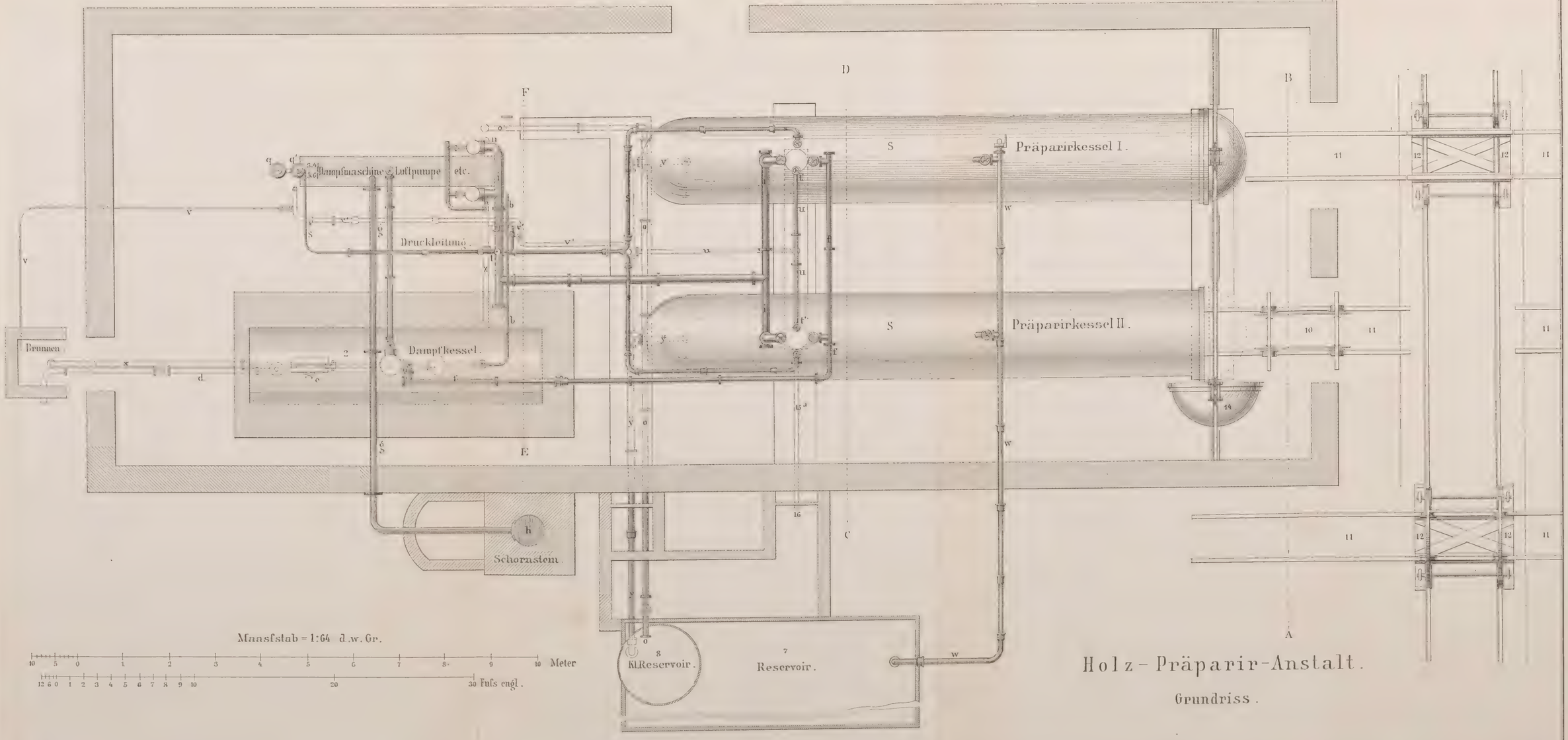
Wachs 82. 193.
Waetten und Brochard 159.
Wagner, A., 36.
Waldthausen & Sohn 188.
Walfischthran 2. 202.
Warington 17.
Wasserglas 86. 164. 170. 203—209. 237—239.
Wasserdichte Anstriche 82. 83.
Watterton 203.
Weatherby 238.
Weissfäule 6. 11. 19. 27.
Weisspfeifiges Holz 11. 30.
Wendt 144.
Werneck 197.
Wetterstedt 207.
White 201.
Whright 208.
Wild 235.
Willkomm 8—10. 16.
Wöhler 105.
Wolff, G., 82.
Wolframsaures Natron 237—239.
Wollny 17.
Wolmeister 201.
Wurmnägel 54.
Wurzelfäule 11. 22. 23.

X.

Xenodochus ligniperda Willk. 9.
Xyloteres domesticus 47.
„ lineatus 47.
Xylostroma 6.
Xystobium 50.

Z.

Zerener 40.
Zersetzung des Holzes 10. 44.
Zersetzungserscheinungen des
Nadelholzes 21—25.
Eichenholzes 25—31.
Zerstörung des Holzes durch Thiere 44.
Zeuzera aesculi L. 48.
Zimmerbock 46.
Zink, essigsaures 142. 154.
Zink, schwefligsaures 156.
Zinkchlorid 3. 54. 135. 142. 170. 201 bis 209. 212—216.
Zinkchlorid und Creosot 154. 216.
Zinksalze 142. 152.
Zinkvitriol 86. 142. 201—216.
Zusammensetzung des
vermoderten Holzes 15.
verfaulten „ 15.
durch Merulius zerstörten Holzes 36.

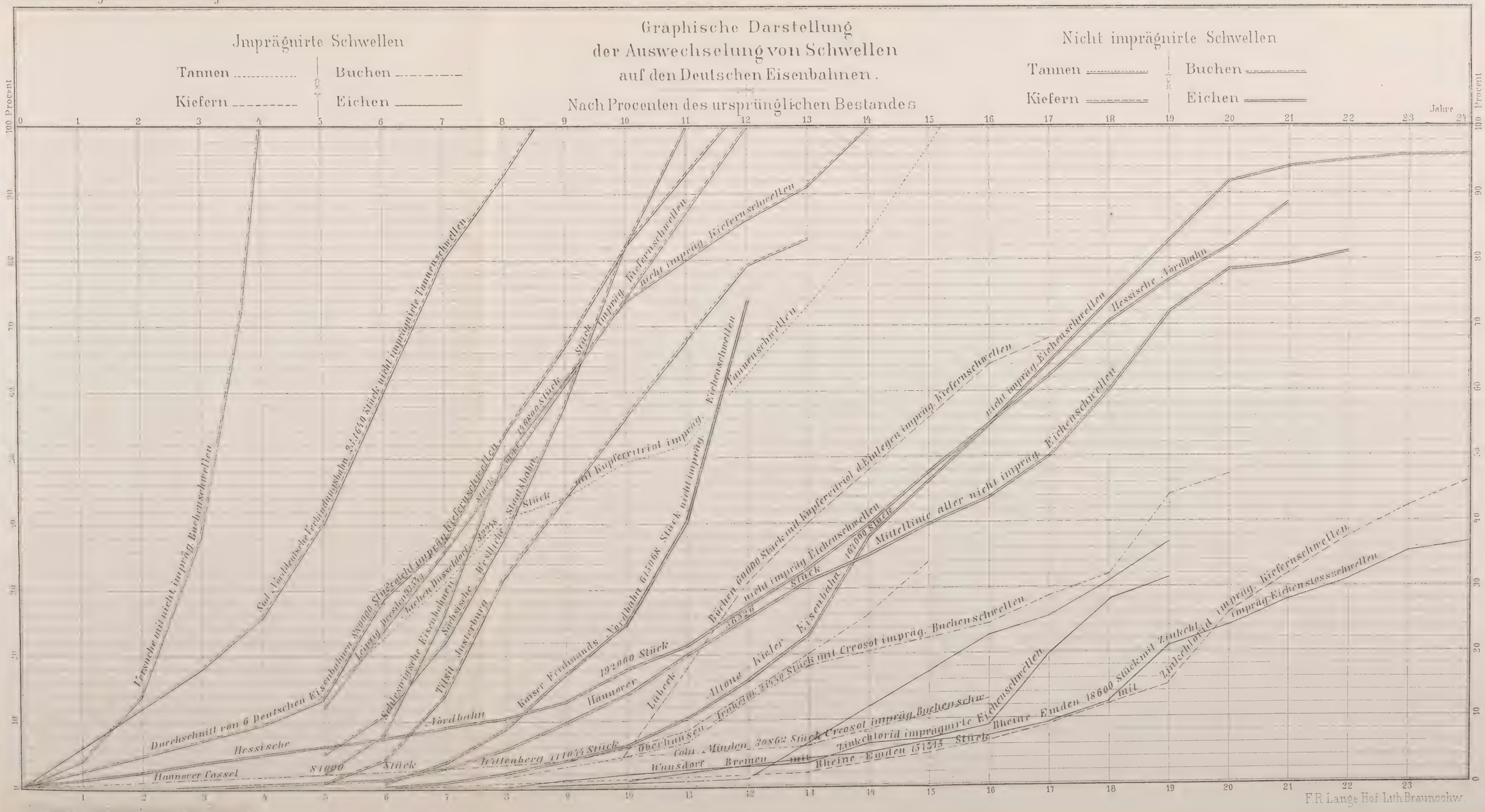


Holz-Präparir-Anstalt.

Grundriss.

W. Knapp's Verlagsbuchhandlung, Halle a/S.

F.R. Lange, Hof-Lith. Braunschw.


Graphische Darstellung
der Auswechselung von Schwellen
auf den Deutschen Eisenbahnen.
Nach Procenten des ursprünglichen Bestandes
Jmprägnirte Schwellen
Tannen
Buchen
Kiefern
Eichen
Nicht imprägnirte Schwellen
Tannen
Buchen
Kiefern
Eichen
Jahre
100 Procent
Versuche mit nicht imprägn. Buchenschwellen
Durchschnitt von 6 Deutschen Eisenbahnen 883000 Stück nicht imprägnirte Tannenschwellen
Hessische
Hannover Cassel
81000 Stück
Nordbahn
Leipzig Dresden 93574 Stück
Lachen Düsseldorf
Schlesswigsche Eisenbahnen
Sächsische Staatsbahn
Westliche
Tilsit Insterburg
Kaiser Ferdinands Nordbahn 615068 Stück nicht imprägn. Eichenschwellen
192000 Stück
Hannover
Lübeck
Altona Kieler Eisenbahn
Oberhausen
Wittenberg 111044 Stück
Coln Minden 30862 Stück Creosot imprägn. Buchenschw.
Wunsdorf Bremen
Rheine Emden 151515 Stück
Rheine Emden 18600 Stück mit Zinkchlorid imprägnirte Eichenschwellen
Mittellinie aller nicht imprägn. Eichenschwellen
Hessische Nordbahn
nicht imprägn. Eichenschwellen
nicht imprägn. Kiefernschwellen
Tannenschwellen
F. R. Lange Hof Lith Braunschw.

Verlag von **Wilhelm Knapp** in Halle a. S.

Die

Baumaterialien.

Ihre Herstellung, Bearbeitung und Verwendung in 600 Recepten dargestellt von

G. K. Strott,

Lehrer der chem. Technologie a. d. Baugewerkschule Holzminden.

Preis 3 Mark.

Die

Lack- und Firniss-Fabrikation.

Nebst einer Anleitung zur Lackirkunst.

Von **Dr. E. Winckler.**

Dritte Auflage. — Preis 5 Mark.

Die

Anstriche, Farben und Beizen.

In 900 Vorschriften und Mittheilungen dargestellt von

Dr. Fritz Elsner.

Preis 2 Mark.

Die

Conservirung der Nahrungs- und Genussmittel.

Von **Dr. Ch. Heinzerling.**

Mit 113 Holzschnitten.

3 Hefte. Preis complet 9 Mark.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

J. Grube

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Heinzerling, Christian

Die Conservirung des Holzes

Halle a. S. 1885

Oecon. 828 b
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11660922-6